4. FEBRUAR 1927 HEFT 6

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Messungen an Hochfrequenzkreisen

Der Nutzen der Meßinstrumente. — Die Messung der Empfangsenergie. — Der Vergleich von Spulen. — Beeinflussung von Antennen. — Die Kontrolle des Senders.

Von

Dr. W. Hagemann.

In früheren Heften des „Funk-Bastler" ist verschiedentlich auf das Röhrenvoltmeter hingewiesen[1]) und dessen Prinzip angegeben worden; im folgenden sollen einige praktische Anwendungen dieses Instrumentes beschrieben werden, aus denen der Funkfreund wichtigen Nutzen für seinen Empfang ziehen kann.

Aus der Messung der Hochfrequenz-Wechselspannung, die an der abgestimmten Antenne am Schwingungskreis entsteht, und die dem Gleichrichter, dem Detektor oder Audion zugeführt wird, ergeben sich z. B. wichtige Fingerzeige für die Einstellung des Empfängers, und im Zusammenhang damit lassen sich weitere Aufgaben, wie die Beurteilung von Spulen und der Antenne sowie die gegenseitige Beeinflussung von Antennen lösen. Da die empfangene Spannung naturgemäß nur bei Empfang eines nahen bzw. Ortssenders mit einfachen Mitteln meßbar sein wird, während sie bei Fernempfang so klein ist, daß sie nur mit sehr empfindlichen Instrumenten, die dem Funkfreund wohl kaum zur Verfügung stehen dürften, gemessen werden kann, so ergibt sich die Einschränkung von selbst, daß im folgenden nur vom Empfang eines Ortssenders mit Hochantenne die Rede sein soll.

Die Meßapparatur ist für diesen Fall sehr einfach; es ist eine Röhre nötig mit den dazugehörigen Batterien und ein einziges Milliamperemeter, dessen Meßbereich man durch Nebenschlüsse erweitert und durch Vorschaltwiderstände auch als Voltmeter benutzen kann. Wenn ein besonderes Voltmeter zur Messung der Gitterspannung zur Verfügung steht, so ist es um so besser, nötig ist es keineswegs, da das Umlegen des Meßinstrumentes mit Hilfe eines Doppelsteckers ohne viel Mühe vorgenommen werden kann. Zu den vorliegenden Versuchen wurde nur ein Instrument verwendet; gut bewährt hat sich das „Mavometer"[2]), da es einmal die nötige Empfindlichkeit besitzt (1 Skalenteil = 0,04 mA) und die Meßbereiche sehr leicht gewechselt werden können. Vorteilhaft legt man die geeigneten Widerstände gleich in die betreffenden Meßkreise und schaltet das Instrument nach Bedarf an diese an.

Allen folgenden Messungen liegt die Prinzipschaltung nach Abb. 1 zugrunde, die ohne weiteres verständlich sein dürfte. B ist die Gittervorspannungsbatterie von etwa 20 bis 25 Volt mit Abgriffen; bei I_A wird der Anodenstrom, bei E_G die Gitterspannung gemessen. Um jeden beliebigen Wert der Gitterspannung einzustellen, könnte man die Gitterbatterie oder einen Teil derselben durch ein Potentiometer überbrücken, zweckmäßiger ist es, das Potentiometer, wie in Abb. 2, parallel zur Heizbatterie zu legen, da dadurch die Gitterbatterie geschont wird. Mit dem Steckkontakt an der Batterie wird die Gitterspannung grob, durch das Potentiometer fein eingestellt. Der Überbrückungskondensator C von einigen 1000 cm kann meist entbehrt werden.

Sehr wichtig ist für den Ausfall der Messungen die Verwendung einer geeigneten Röhre. Zu den vorliegenden Messungen wurde mit Erfolg die Ultraröhre 4 A verwendet, womit nicht gesagt ist, daß nicht auch andere Röhren gute Resultate liefern können. Die Hauptsache ist, daß die Kennlinie gleich zu Beginn möglichst steil ansetzt ohne einen langen flachen Bogen aufzuweisen. Einen gewissen Anlaufbogen wird allerdings jede Röhre mehr oder weniger haben, da er durch die Raumladung bedingt ist; Versuche mit Doppelgitterröhren in Raumladeschaltung würden daher aussichtsreich sein.

Um eine passende Röhre zu finden, nimmt man zuerst ihre Kennlinie auf, deren Kenntnis für die Versuche sowieso nötig ist. Man verbindet die Klemmen a und b in Abb. 1 oder schaltet in Abb. 2 die Antenne ab und nimmt die Kennlinie, wie bekannt, punktweise auf, indem man die Gitterspannung in kleinen Sprüngen ändert, und jedesmal den Anodenstrom mißt. Um dem Gitter positive Vorspannung zu geben, vertauscht man nur die Anschlüsse der Gitterbatterie.

Da wir die Kennlinie zu Meßzwecken benutzen wollen, und diese sich auch mit der Heizung und der Anodenspannung ändert, so ist es unbedingt erforderlich, daß die Messungen stets bei genau denselben Verhältnissen, d. h. den gleichen Heiz- und Anodenspannungen, vorgenommen werden.

Die aufgenommene Kennlinie gibt uns also die Abhängigkeit des Anodenstromes von der Gitterspannung an, d. h. jeder Gitterspannung entspricht ein ganz bestimmter Anodenstrom und umgekehrt. Man kann also durch Messung des Anodenstromes eine unbekannte Spannung, die an das Gitter gelegt ist, bestimmen. Eine solche Anordnung nennt man daher Röhrenvoltmeter.

Bei Gleichstromspannungen ist die Sache sehr einfach; man legt die unbekannte Spannung zwischen Minus-Heizpol und Gitter und bestimmt aus dem abgelesenen Anodenstrom und der Kennlinie die dazugehörige Gitterspannung; diese ist dann gleich der angelegten Spannung. Man kann auch so verfahren, daß man dem Gitter von vornherein eine bekannte Vorspannung gibt und diese dann von dem erhaltenen Resultat abzieht; die Differenz ist die unbekannte Spannung.

Die Verwendung des Röhrenvoltmeters für Gleichspannungen hat aber keine so große Bedeutung, da es genügend empfindliche Meßinstrumente, mit denen man die Spannungen unmittelbar messen kann, gibt. Die Methode hat allenfalls

[1]) Vgl. „Funk-Bastler", Jahr 1926, Heft 47 S. 589. W. Nestel: Besondere Methoden . . .; „Funk-Bastler", Jahr 1926, Heft 50 Seite 646: Ein Röhrenvoltmeter.

[2]) Vgl. Seite 96 dieses Heftes.

dort eine gewisse Bedeutung, wo es darauf ankommt, die Spannungen ohne jede Energieentnahme zu messen, denn im negativen Bereich verbraucht das Gitter ja bekanntlich keine Leistung. Aber auch für diesen Fall hat man in der Meßtechnik sehr empfindliche Methoden, so daß man nicht auf das Röhrenvoltmeter angewiesen ist.

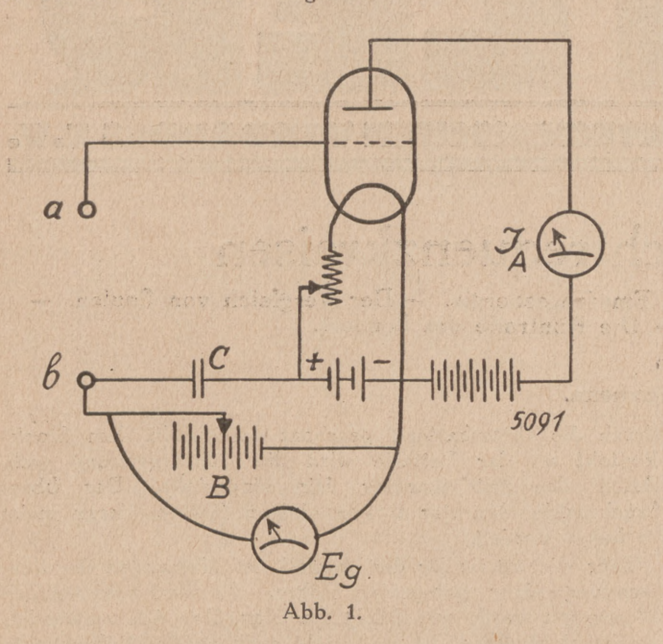


Abb. 1.

Ganz anders liegen dagegen die Verhältnisse beim Wechselstrom. Es ist der Technik noch nicht gelungen, einfache, direkt anzeigende Meßinstrumente für sehr kleine Wechselspannungen zu schaffen. Die elektro-statischen Voltmeter sind zu unempfindlich, und außerdem würde für unsere Messungen die Eigenkapazität stören. Hier ist uns also im Röhrenvoltmeter ein wertvolles Hilfsmittel in die Hand gegeben, das zudem noch den großen Vorteil hat, daß es absolut keine Energie verzehrt, also den zu messenden Stromkreis in keiner Weise beeinflußt. Bei Wechselstrom gestalten sich die Messungen zwar ähnlich wie bei Gleichstrom, aber wegen der anderen Natur des Stromes sind doch einige Vorsichtsmaßnahmen nötig. Man muß nämlich bedenken, daß jeder Wechselstrom aus abwechselnd sich folgenden untereinander gleichgroßen aber entgegengesetzt gerichteten Stromimpulsen besteht, die sich in ihrer Wirkung nach außen hin in vielen Fällen aufheben. Wenn wir z. B. eine Wechselspannung an das Gitter einer Röhre legen, bei der der Arbeitspunkt durch geeignete Vorspannung in die Mitte des geraden Kennlinienteiles verlegt ist, so ändert sich der Ausschlag am Anodenstrom-Meßinstrument nicht (wie es bei jeder verzerrungsfreien Verstärkung der Fall sein soll).

Zur Messung mit dem Röhrenvoltmeter kann man den Wechselstrom nur benutzen, wenn man die eine Halbwelle unwirksam macht, so daß nur Halbwellen von einer einzigen Richtung übrigbleiben. Man erreicht diese, Gleichrichtung genannte Wirkung, bekanntlich dadurch, daß man durch geeignet große (negative) Gitterspannung den Arbeitspunkt so legt, daß im Ruhezustand, also ohne angelegte Wechselspannung, gerade kein Anodenstrom mehr fließt. Wir wollen diesen Wert der Vorspannung die „kritische" Vorspannung E_K nennen. Man befindet sich dann also am untersten Ende der Kennlinie, und man erkennt diesen richtigen Punkt daran, daß das Meßinstrument den Strom Null anzeigt, während es bei der kleinsten Änderung der Gitterspannung nach der positiven Seite hin auszuschlagen beginnt. Wird jetzt die Wechselspannung dazu an das Gitter der Röhre gelegt, so können alle negativen Halbwellen auf den Anodenstrom natürlich keine Wirkung haben, sondern nur die positiven. Die Wirkung ist also genau dieselbe, als hätten wir es nach Vernichtung der negativen Halbwellen nur mit einem sogenannten pulsierenden Strom, also aus gleichgerichteten Impulsen mit ebenso großen Lücken dazwischen zu tun.

Wäre nun die Kennlinie eine ideale, von unten bis oben völlig gerade Linie, so würde der Anodenstrom ein getreues Abbild der Wechselspannung ergeben. Da man es bei den Hochfrequenz-Wechselströmen mit großer Annäherung mit sogenannten Sinuswellen zu tun hat, deren Form mathematisch genau bestimmt ist, so würde auch der Anodenstrom unter der Annahme einer geraden Kennlinie aus einzelnen reinen Sinuswellen bestehen (Abb. 3). Der Zeiger des Instrumentes folgt natürlich nicht den einzelnen Stromstößen, dazu ist ihre Aufeinanderfolge — zumal bei Hochfrequenz — zu schnell; er stellt sich auf einen mittleren Wert ein, und es handelt sich nun darum, die Beziehung zwischen diesem mittleren Wert und dem Sinusstrom zu finden. Man könnte sich in Gedanken den Sinusstrom in einen Gleichstrom von der gleichen Wirkung verwandelt denken, oder, bildlich ausgedrückt, man könnte die Fläche der Sinuskurve in ein Rechteck verwandeln, dessen Flächeninhalt gleichgroß ist. Die Höhe dieses Rechteckes gibt dann den entsprechenden Gleichstrom oder den „galvanometrischen Mittelwert" des Sinusstromes an. Für einen Sinusstrom ist dieser galvanometrische Mittelwert, wie die Rechnung ergibt, gleich 0,6366 $\left(= \frac{2}{\pi}\right)$ mal dem Scheitelwert, dem höchsten Punkt der Kurve. In Abb. 3 ist das Rechteck A B C D gleich der Fläche der Sinuskurve und die Höhe A B ist der galvanometrische Mittelwert. Nun ist aber zu bedenken, daß das Stück D G stromlos ist und der nächste Stromimpuls erst wieder nach einer vollen Periode bei G anfängt, daß also nur während der Hälfte der ganzen Zeit ein Strom fließt und das Meßinstrument daher auch nur den halben Strom anzeigen kann. Der angezeigte Anodenstrom hat also die Größe A E (das Rechteck A E F G hat denselben Flächeninhalt wie die Sinuskurve) und ist das 0,318 $\left(= \frac{1}{\pi}\right)$-fache des größten Stromwertes.

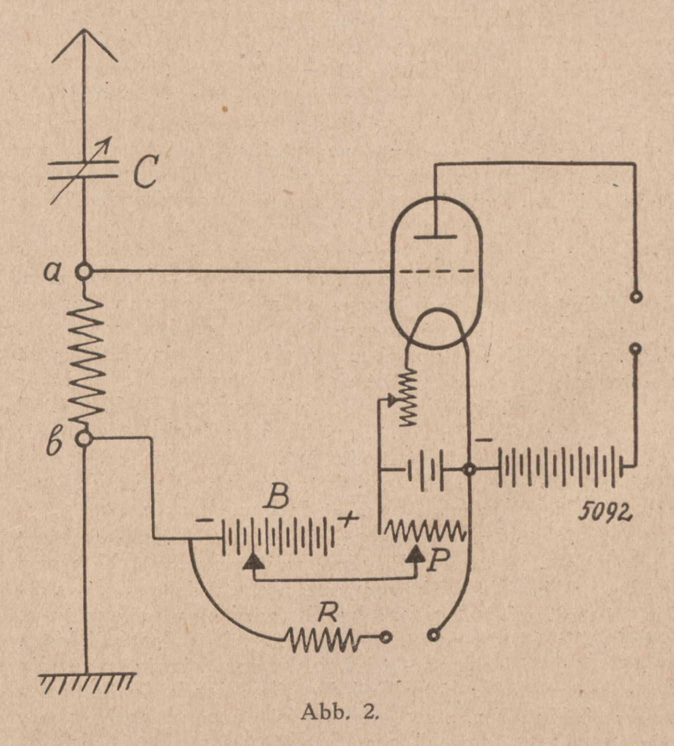


Abb. 2.

Dem angezeigten Anodenstrom entspricht eine bestimmte Gitterspannung, die man aus der Kennlinie abliest. Wie Abb. 3 zeigt, braucht man nur die Differenz aus der kritischen Gitterspannung A E und der Gitterspannung, die

dem angezeigten Anodenstrom entspricht, zu bilden, um den halben galvanometrischen Mittelwert der angelegten Wechselspannung zu erhalten. Der Scheitelwert der Wechselspannung ist dann das 3,14 ($= \pi$) -fache dieser Spannung[3]).

Schon aus diesen Betrachtungen läßt sich der überaus lehrreiche Schluß ziehen, daß die Momentanwerte des

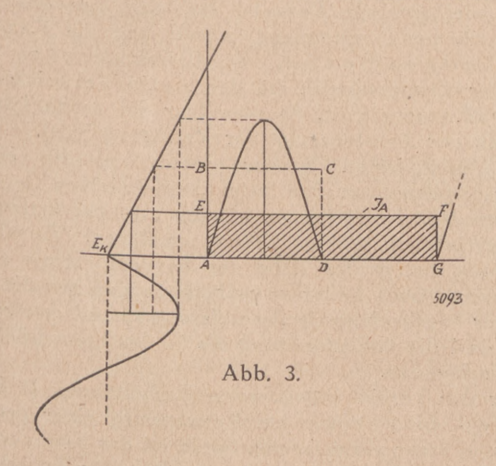


Abb. 3.

Anodenstromes ganz bedeutend viel größer sind, als der bei der Gleichrichtung im Meßinstrument angezeigte mittlere Strom, und daß man diese Tatsache sehr in Betracht ziehen muß, wenn man die Röhre nicht übersteuern will.

Leider sind nun in Wirklichkeit die Kennlinien der Röhren keine geraden Linien, wie in den vorigen Betrachtungen vorausgesetzt, sondern mehr oder weniger gekrümmt, und die einfachen mathematischen Beziehungen stimmen für die praktischen Fälle nicht oder doch nur sehr roh. Infolge der gekrümmten Kennlinie hat der Anodenstrom, wenn an das Gitter eine Sinusspannung angelegt wird, keineswegs ebenfalls Sinusform, sondern eine andere, meist spitzere Kurvenform. Man kann in diesen Fällen mit Hilfe des mittleren Anodenstromes daher zwar sehr wohl schnell relative Vergleichsmessungen über die Größe der angelegten Wechselspannung anstellen, aber nicht wie vorher ohne weiteres die absolute Größe der Wechselspannung ermitteln; diese letztere muß man besonders bestimmen. Das gelingt durch einen Kunstgriff. Man bestimmt zunächst wieder die kritische Vorspannung, also diejenige Vorspannung, bei der gerade kein Anodenstrom mehr fließt und legt dann die Wechselspannung an. Das Milliamperemeter wird dann einen bestimmten Strom anzeigen, dessen Größe zunächst nicht interessiert. Nun erhöht man die negative Vorspannung weiter, und zwar solange, bis wieder der Zeiger des Instrumentes gerade auf Null steht. Der Betrag dieser Erhöhung ist dann gerade gleich dem Scheitelwert der angelegten Wechselspannung, was ohne weiteres aus Abb. 4 ersichtlich ist. Man hat sich diesen Vorgang so vorzustellen, als ob die ganze Wechselstromkurve seitlich nach links verschoben wird, bis der Scheitelwert gerade auf die kritische Vorspannung E_K fällt (Abb. 4, die ausgezogene Kurve).

In dem Beispiel der Abb. 4 ist $E_K = 9,5$ Volt und die neue Vorspannung, bis zu der verschoben werden mußte, wurde zu 19,5 Volt gemessen, also ist der Scheitelwert der Wechselspannung 19,5 minus 9,5 = 10 Volt.

Der schwache Punkt bei dieser Meßmethode liegt in der Feststellung der Vorspannung E_G, bei der mit angelegter Wechselspannung kein Anodenstrom mehr fließt, während E_K leicht und genau zu bestimmen ist. Wenn nämlich, wie in der punktierten Kurve der Abb. 4 angedeutet ist, die Verschiebung nicht weit genug vorgenommen wird, so bewirken die über die E_K-Linie herausragenden Köpfe der Sinuskurven noch Anodenstromstöße; diese sind wegen der flachen Anfangskrümmung der Kennlinie sehr klein und können daher — zumal sie in relativ großen Zwischenräumen wirken — nur einen sehr unbedeutenden Ausschlag am Milliamperemter hervorrufen. Die in Abb. 4 gezeichneten kleinen Anodenstromstöße haben nur einen Mittelwert von etwa 0,02 mA, und doch wird durch diesen kleinen Ausschlag in unserem Beispiel schon eine um 3 Volt zu kleine Wechselspannung vorgetäuscht. Man muß also bei diesen Messungen sehr sorgfältig auf den Strom Null einstellen; sehr ratsam ist es natürlich, wenn man dazu ein empfindliches Meßinstrument nimmt; da es nur als Nullinstrument dient, braucht es auch nicht geeicht zu sein. Jedenfalls kann man sagen, daß die gemessenen Wechselspannungen eher zu klein ausfallen werden als zu groß.

*

Nach diesen theoretischen Betrachtungen sollen nun einige praktische Nutzanwendungen besprochen werden; nach dem Vorausgeschickten können wir uns bei den jeweiligen Messungen kurz fassen.

Als Wechselspannung wollen wir, wie anfangs bemerkt, die Hochfrequenzspannungen am Schwingungskreis bzw. an der Selbstinduktionsspule unseres Empfängers bei Empfang des Ortssenders messen. Wir legen die Spannung also gemäß Abb. 2 an das Röhrenvoltmeter, schalten auf völlige Gleichrichtung und beobachten den Ausschlag des Anodenmeßinstrumentes. Wir benutzen möglichst die Pausen zwischen den Darbietungen des Senders, wenn die Wellen also nicht moduliert sind, und setzen die Sendeenergie vorerst als konstant voraus. Da die Spannung natürlich in erster Linie von der Güte der Empfangsantenne abhängt, so wird man zunächst einmal an Hand des Meßinstrumentes feststellen, ob sich nicht irgendwelche Verbesserungen durch Verlegen oder Kürzen der Zuführungsdrähte, andere Erdung oder dgl. erzielen lassen. Natürlich muß man jedesmal auf den größten Ausschlag abstimmen. Da man nicht auf das sehr trügerische Gehör angewiesen ist, sondern objektiv die Zeigerausschläge beobachtet, wird man in der Regel schon in der Antennenanlage Verbesserungen erreichen können.

*

Hiernach wird man den Schwingungskreis vornehmen und auch hier die Dämpfung zu vermindern suchen, indem man durch Vergleich die beste Spule aussucht. Während es bei

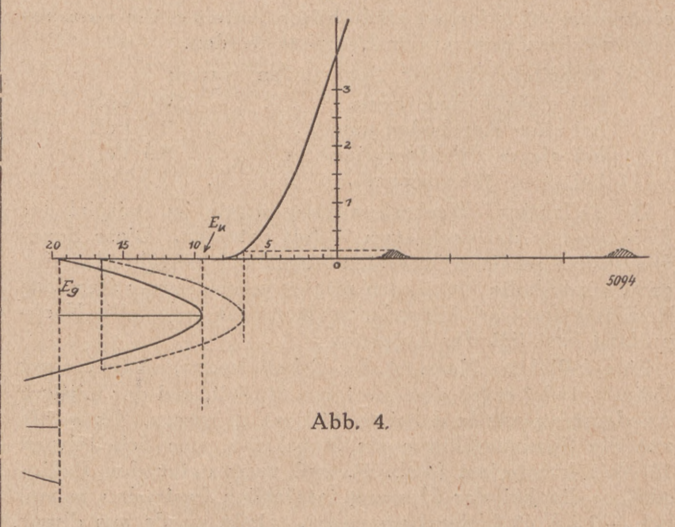


Abb. 4.

Apparaten mit Rückkopplung ja nicht so sehr auf verlustarme Spulen ankommt, da man durch die Rückkopplung die Verluste wieder ersetzen kann, so ist es doch für alle anderen Fälle, also für Detektorapparate, rückkopplungsfreie Empfänger sowie für Zwischenkreise, Sperrkreise usw. sehr wichtig, die günstigsten Bedingungen zu finden. Und es ist in der Tat überraschend, zu sehen, wie verschieden

[3]) Der Vollständigkeit halber sei hier erwähnt, daß in der Technik aus praktischen Gründen nach der „effektiven" Spannung gerechnet wird, die das 0,704 fache der Scheitelspannung ist, also etwas größer ist als der galvanometrische Mittelwert.

die Güte der verschiedenen Spulenarten ist. Schon durch Vergleich einer Reihe von Spulen kann man feststellen, daß die einfache, einlagige Zylinderspule bei weitem die besten Resultate liefert. Nicht viel schlechter sind dann, je nach der Wicklungsart, gute Korbbodenspulen mit und ohne Isolation, dagegen fällt die früher so beliebte Wabenspule stark ab.

Es ist nun sehr lehrreich, die Resonanzspannung, die an einer guten Spule entsteht, wirklich in der oben angegebenen Weise in Volt zu messen; denn man macht sich meistens eine falsche Vorstellung von ihrer Größe. Wenn im folgenden Werte für die Spannungen angegeben werden, so ist dabei zu bedenken, daß sie natürlich in hohem Maße von der Antenne, der Stärke des Senders sowie der Entfernung bis zu diesem abhängen. Hier können als Vergleich nur Ergebnisse genannt werden, die bei einem Versuch in der Entfernung von etwa 8 km vom Witzleben-Sender mit

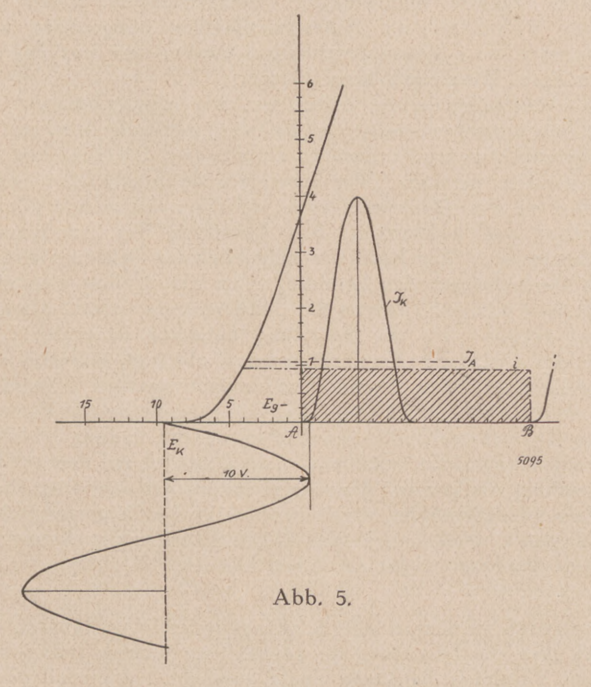


Abb. 5.

einer etwa 40 m langen eindrähtigen Antenne, die zwischen Schornsteinen gespannt war, erzielt wurden.

Die Scheitelwerte der Spannungen waren:

Bei einer Zylinderspule	10	Volt
bei einer Korbbodenspule	9	Volt
bei einem Zylindervariometer . . .	8,5	Volt
bei einer Wabenspule	5	Volt

Die „effektive" Wechselspannung würde im Beispiel der Zylinderspule demnach etwa 7 Volt betragen. Diese Spannungswerte scheinen im ersten Augenblick unwahrscheinlich groß, wiederholte Messungen zeigten jedoch immer dieselben Resultate und auch folgende, zur Kontrolle angestellte Nachprüfung bestätigt das Ergebnis.

Eine beliebige Messung der Scheitelspannung (bei einer Zylinderspule) ergab den Wert von 10 Volt, und der mittlere Anodenstrom wurde dabei zu 1,05 mA gemessen. Es wurde nun die Spannungskurve als Sinuskurve vom Scheitelwert 10 Volt konstruiert (Abb. 5), und zwar unter den Bedingungen, die bei der Messung tatsächlich bestanden haben, bei — 9,5 Volt Gittervorspannung. Dann wurde aus dieser Kurve und der bekannten Kennlinie die Anodenstromkurve I_K konstruiert und die Fläche dieser Kurve ausgemessen (z. B. durch Auszählen mit mm-Quadraten). Aus der hierdurch ermittelten Fläche wurde ein Rechteck mit gleichem Flächeninhalt gebildet, das die Länge A B einer Periode zur Grundlinie hat; die Höhe dieses Rechteckes stellt dann, wie oben beschrieben, die durch Rechnung gewonnene mittlere Anodenstromstärke dar und ergibt den Wert von 0,95 mA. Wie man sieht, ist die Übereinstimmung mit dem gemessenen Wert von 1,05 mA recht gut. Daß die gemessenen Werte eher etwas kleiner ausfallen als sie tatsächlich sind, wurde ebenfalls schon als wahrscheinlich betont.

Diese verhältnismäßig großen Spannungen, mit denen man es beim Empfang eines Ortssenders zu tun hat, verlangen viel größere Vorsicht bei der Verwendung von Röhren als bei Fernempfang, sobald man auf verzerrungsfreie Wiedergabe Wert legt. Die Gleichrichtung am unteren Ende der Charakteristik ist der Audiongleichrichtung auf jeden Fall vorzuziehen, da man hier die ganze Länge der Kennlinie zur Aussteuerung zur Verfügung hat[4]).

Beim modulierten Sender schwanken die einzelnen Spannungsspitzen um den beim unmodulierten Sender gemessenen Mittelwert herum, können also bei lauten Tönen noch beträchtlich größere Werte annehmen. Es wird deshalb häufig bei großer Nähe des Senders ratsam sein, die Vorspannung noch höher zu wählen, so daß nur die oberen Teile der Wechselstromkurven gleichgerichtet werden. Natürlich darf die Gleichrichtung nie in das unmodulierte Gebiet einschneiden.

Unter den vorhin angegebenen Verhältnissen (8 km vom Witzleben-Sender) sowie bei Verwendung einer geeigneten Röhre und einer verlustarmen Spule ist der Empfang mittels der Audiongleichrichtung so laut, daß er für Kopfhörer unerträglich ist und eine durchaus brauchbare Lautsprecherwiedergabe ermöglicht. Die Abstimmung ist dabei sehr scharf infolge Fehlens der Dämpfung und nicht zu vergleichen mit der flachen Abstimmung bei Detektorempfang. Ein an die Schwingungsspule angelegter Detektorkreis entzieht derselben so viel Energie, daß die Spannung in demselben Augenblick auf einen ganz geringen Teil herabsinkt; man kann diesen Vorgang mit dem bei einem überlasteten Transformator vergleichen.

Die Abstimmungskurve läßt sich natürlich ebenfalls aufnehmen ebenso wie sich der Einfluß einer aperiodischen Antenne oder eines Sekundärkreises messen läßt.

Wenn mit weiteren Verstärkungsstufen gearbeitet wird, so muß man bedenken, daß von der ersten zur zweiten Röhre nur die modulierte Welle übertragen wird, die ja nur einen Teil der Hochfrequenzspannung ausmacht. Die erste Röhre wird also im allgemeinen, was die Aussteuerung anbetrifft, etwa ebenso stark beansprucht wie die zweite.

*

Hat sich der Funkfreund einmal mit den Messungen vertraut gemacht, so steht ihm ein großes Betätigungsfeld in der Bearbeitung einiger interessanter Aufgaben offen, um deren Lösung er sich sehr verdient machen kann. Von einigen solchen Aufgaben sei hier als erste die Frage der Beeinflussung von benachbarten Antennen genannt, die noch kaum bearbeitet, geschweige denn gelöst ist, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß man nur mit dem Ohr beobachtete; das Gehör ist aber gar nicht imstande, kleine Lautstärkeänderungen wahrzunehmen und scheidet für solche Messungen als viel zu subjektiver und grober Maßstab aus. Das Anodenstrominstrument zeigt jedoch jede Beeinflussung der ankommenden Energie genau an, und nur auf diese Weise ist es möglich, einwandfreie Ergebnisse zu erzielen. Als Anregung und Beispiel sei nur erwähnt, daß bei einem Versuch der Einfluß einer anderen Antenne, deren Aufhängung von der eigenen etwa 12 m entfernt war und die nach einer anderen Richtung lief, zu merken war, wenn die Antenne nur auf dieselbe Welle abgestimmt wurde. Wurde noch ein Audion mit schwacher Rückkopplung dazu geschaltet, so war der Einfluß bedeutend.

*

Eine andere, sehr wichtige Aufgabe ist die Beobachtung des Senders bzw. die Feststellung, ob und welche Ände-

[4]) Vgl. „Funk-Bastler", Jahr 1926, Heft 47 und 48, A. Forstmann: Die Eignung der Röhre.



rungen der Sendeenergie selbst vorhanden sind. Natürlich muß zur einwandfreien Klärung und zur Vermeidung von Fehlresultaten vorher die im vorigen Abschnitt erwähnte Beeinflussung von benachbarten Antennen festgestellt sein. Da die Meßapparatur unter den gleichen Bedingungen stets die gleichen Ergebnisse liefert, so ist durch solche Messungen mit dem Röhrenvoltmeter unter Berücksichtigung etwa vorhandener Störungen eine genaue Kontrolle des Senders möglich. In früheren Aufsätzen[5]) wurde schon auf den großen Wert derartiger Kontrollmessungen hingewiesen, und wie wir gesehen haben, lassen sie sich mit einfachen Hilfsmitteln auf eine einwandfreie Weise durchführen. Durch gleichzeitig vorgenommene Messungen an vielen Stellen und Auswertung der Resultate ließen sich wichtige Schlüsse auf die ausgestrahlte Energie des Senders ziehen.

Schließlich könnte man durch Messung der höchsten Spannungsspitzen die Größe der Modulation verfolgen. Die Güte der Wiedergabe, soweit sie von akustischen Faktoren oder vom Mikrophon abhängt, ist allerdings noch der subjektiven Beurteilung unterworfen.

[5]) Vgl. „Funk-Bastler“, Jahr 1926, Heft 52, Dr. F. Conrad: Ein neuartiges Betätigungsfeld. — Ferner: Jahr 1927, Heft 5, Dr. P. Gehne: Technische Krise im Rundfunk?

Ein Dreiröhrengerät in Leithäuser-Schaltung

Von

Dr. W. Heinze.

Die vielen Vorzüge eines Dreiröhrengeräts in der Anordnung Hochfrequenzverstärkung—Audion—Niederfrequenzverstärkung sichern diesem Empfänger einen großen Freundeskreis und rechtfertigen eine genaue Beschreibung auf diese Empfangsanordnung. Es soll daher das im „Funk-Bastler“, Heft 50, Jahr 1926, beschriebene Gerät mit

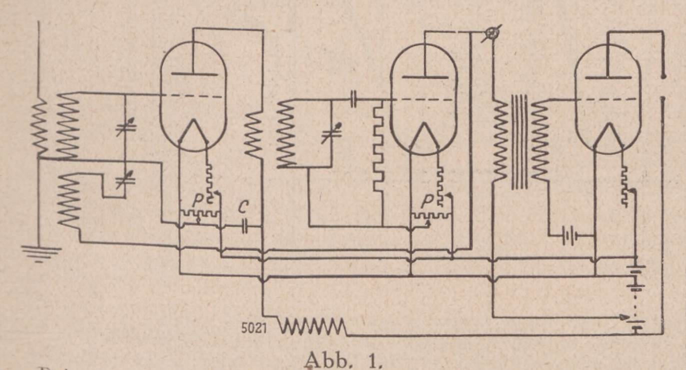


Abb. 1.
Bei ø kann eine Hochfrequenzdrossel eingeschaltet werden.

abgestimmtem Hochfrequenztransformator noch in einigen Punkten verbessert werden, und zwar besonders in bezug auf die Rückkopplung. Bei dem damals beschriebenen Empfänger wurde induktive Rückkopplung benutzt. Wenn es nun an sich auch möglich ist, auf diese Art, also unter Verwendung einer mechanischen Feineinstellung, die günstigste Dämpfungsverminderung herzustellen, so ist doch diese Einstellung, eben weil sie mit Hilfe beweglicher Teile vorgenommen wird, meistens nicht ganz leicht, so daß immer die Gefahr besteht, daß bei schwachen Empfangszeichen die günstigste Entdämpfung überschritten wird und der Empfänger ins Schwingen gerät. Die Einstellung wird weiterhin noch durch die starke Abhängigkeit der Wellenlängeneinstellung von der Stellung der Rückkopplungs- zur Gitterspule erschwert, die ein dauerndes Nachstimmen aller Kreise notwendig macht und eine Eichung des Empfängers bedeutend kompliziert, da man die Abhängigkeit der Kondensatorstellungen von der Wellenlänge bei den verschiedensten Stellungen der Rückkopplungsspule aufnehmen muß. Diese Abhängigkeit ist mit die Ursache, durch die die Herstellung der gerade noch zulässigen Entdämpfung erschwert wird, da eine Entdämpfung, die bei geringer Verstimmung gegen die zu empfangende Welle noch zulässig ist, bei genauer Abstimmung auf den fernen Sender häufig zum Schwingen des Empfängers führt. Bei nahen Sendern bzw. bei großer Empfangsenergie spielt dieser Punkt natürlich nicht eine solche Rolle, als wenn es sich darum handelt, möglichst viel aus dem Empfänger herauszuholen. Alle diese Nachteile lassen sich jedoch leicht vermeiden, wenn man statt der mechanischen Regelung der Rückkopplung eine elektrische wählt, die induktive Rückkopplung also ersetzt durch eine kapazitive bzw. gemischt induktiv-kapazitive, bei der die Regelung durch einen Kondensator vorgenommen wird.

Da die günstigste Entdämpfung bei gegebener Empfangsanordnung und gegebener Empfangsenergie unabhängig davon ist auf welche Art und Weise die verstärkte Energie auf den zu entdämpfenden Kreis zurückübertragen wird, so ist durch die Einführung der kapazitiven Rückkopplung statt der induktiven eine Vergrößerung der Reichweite nur insofern zu erwarten, als man mit ihr, infolge der leichteren Einstellung, auch Sender mit Sicherheit zu Gehör bekommt, die man bei Verwendung der induktiven Rückkopplung nur zufällig erhält. Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß der Hauptvorteil der kapazitiven Rückkopplung in der leichteren Einstellung der günstigsten Entdämpfung und in der leichteren Eichung des Empfängers liegt.

Im großen und ganzen ist also das Schaltbild identisch mit dem letzthin[1]) beschriebenen, der Unterschied liegt allein in der Anordnung der Rückkopplung. Verwendet wird eine Kombination von induktiver und kapazitiver Rückführung in der Weise, daß in die Verbindungsleitung der Rückkopplungsspule und der Kathode ein Kondensator gelegt wird, der eine genügend feine Regulierung der auf den Gitterkreis übertragenen Energie erlaubt. Die Größe dieses Kondensators beträgt 1000 cm, seine Plattenform ist vollkommen unerheblich, vorteilhaft ist er jedoch mit einer Feineinstellung versehen. Wird dieser Kondensator außerdem so eingeschaltet, daß sein beweglicher Teil mit der Kathode verbunden wird, so ist eine Beeinflussung der Einstellung durch die Handkapazität weitest gehend vermieden. Das damit sich ergebende Schaltbild ist in Abb. 1 dargestellt. Im einzelnen ist noch zu erwähnen, daß die Antenne nicht abgestimmt und mit etwa fünf Windungen induktiv mit dem Gitterkreis der ersten Röhre gekoppelt ist. Am einfachsten trifft man die Anordnung so, daß man die Antennenwindungen direkt auf die Gitterspule wickelt. Die günstigste Windungszahl findet man leicht durch Probieren, indem man einige Windungen zu- bzw. abwickelt, bis man die größte Lautstärke bei größter Selektivität erhält. Die Kopplung der beiden ersten Röhren erfolgt mit Hilfe eines Hochfrequenztransformators, dessen Anordnung nochmals in Abb. 2 gezeigt ist. Auf der Primärseite besteht er aus einer Flachspule mit 25 Windungen, die sich an dem einen Ende der zylindrischen Sekundärspule befindet und gerade in letztere hineinpaßt. Der Ab-

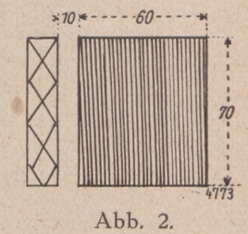


Abb. 2.

[1]) Vgl. „Funk-Bastler“, Jahr 1926, Heft 50, Seite 637.

stand der Primärspule von der ihr zugewandten ersten Windung der Sekundärspule beträgt 10 mm. Die Sekundärspule besitzt 60 Windungen eines 0,4 mm-Kupferdrahtes auf einem Pertinaxrohr von 70 mm Durchmesser.

Niederfrequenzverstärker wird am besten und billigsten einer besonderen Batterie oder auch der Anodenbatterie entnommen.

Die Gitterspule der ersten Röhre zählt 50 Windungen, die

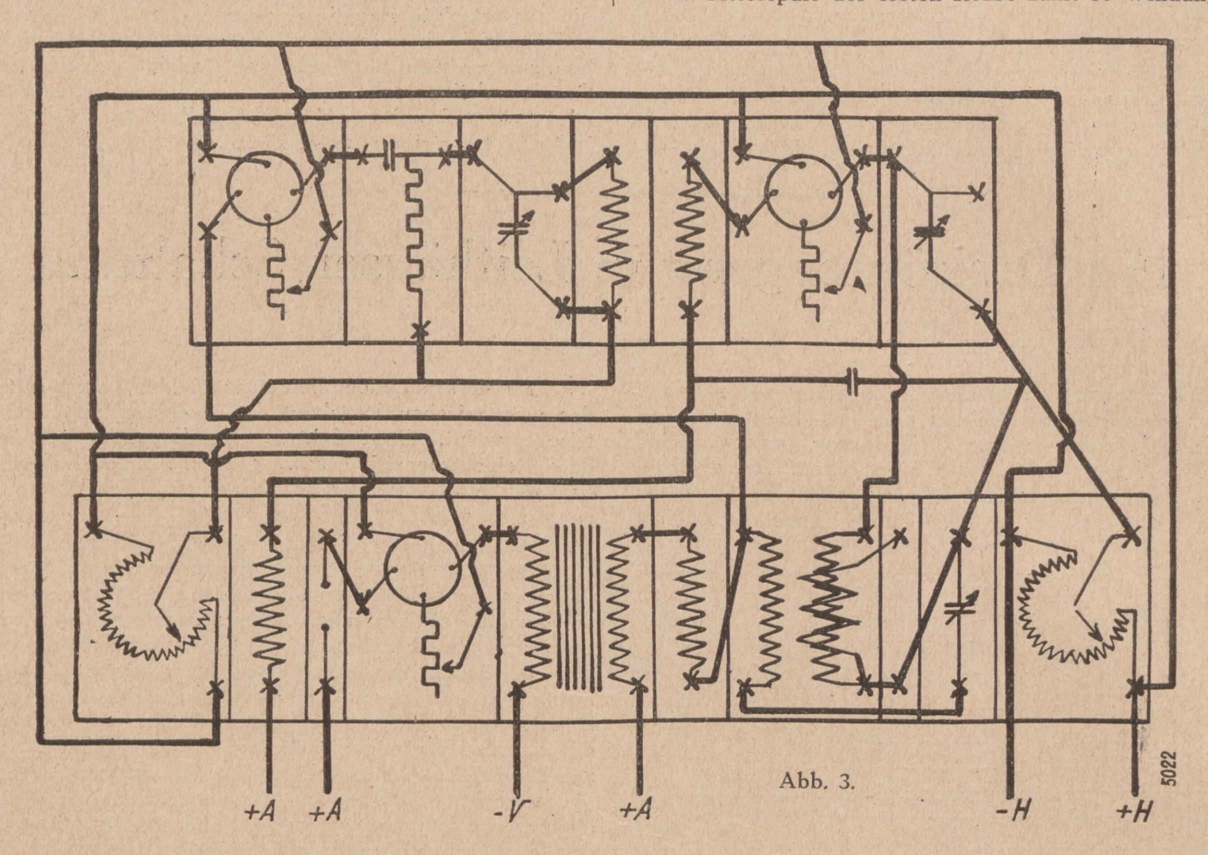


Abb. 3.

Zur Überbrückung der Batterien für die Hochfrequenz dient der Kondensator C von beliebiger, aber möglichst großer Kapazität. Die Verwendung der Potentiometer P, mit deren beweglichen Arm die Gitter- und Anodenleitungen

mit ihr ziemlich eng gekoppelte Rückkopplungsspule hat etwa 40 Windungen. Die Kopplung beider stellt man so ein, daß auf dem ganzen Kondensatorbereich Schwingungen einsetzen, wenn man den Rückkopplungskondensator hin-

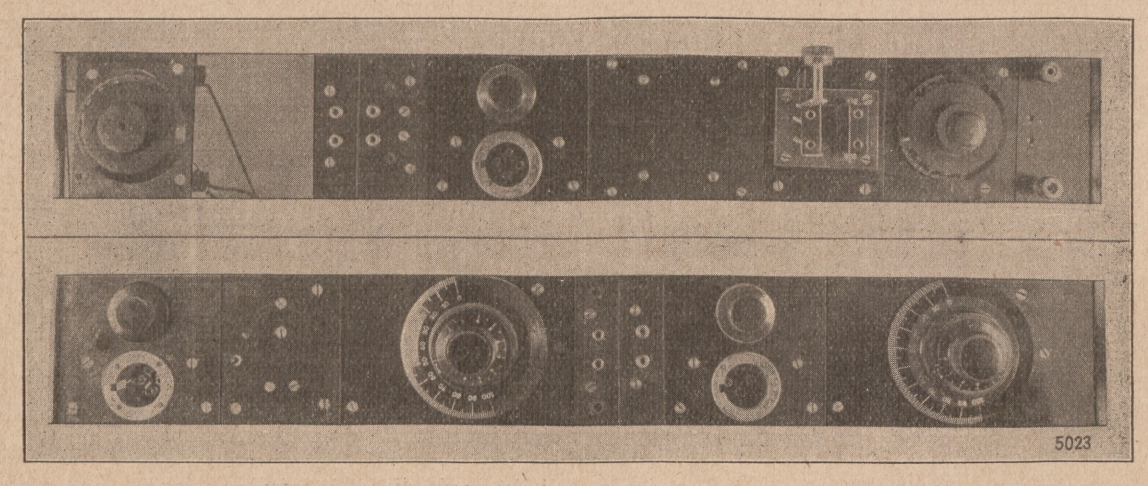


Abb. 4.

verbunden sind, ermöglicht die leichte Einstellung der günstigsten Arbeitspunkte der verschiedenen Röhren und besonders auch die Herstellung eines weichen Einsetzens der Rückkopplung. Dabei ist jedoch zu beachten, daß der Schwingungseinsatz nicht allzu weich vor sich gehen darf, damit nicht bei jedem stärkeren Anstoß durch eine atmosphärische Störung die Röhre anfängt zu schwingen. Am besten arbeitet man am Übergang vom weichen zum harten Schwingungseinsatz. Die Vorspannung für den

eindreht. Die einmal eingestellte Kopplung bleibt dann unverändert.

Die verwendeten Röhren sind RE 144 für die erste, RE 064 für die zweite und RE 154 für die dritte Stufe. Es sei bei dieser Gelegenheit nochmals darauf hingewiesen, daß es vollkommen zwecklos ist, die Hf-Röhre zu überheizen, man zerstört sich dadurch nur den Empfang. Die günstigste Heizung ist durch Probieren sehr leicht zu finden, da das Optimum ziemlich ausgeprägt ist.



Die nach dem Gesagten ohne weiteres verständliche Abb. 3 zeigt die Verbindungen der Einzelteile des Experimentiergerätes. Der fertige Empfänger ist in den Abb. 4, 5, 6, von vorn, von hinten und schräg von oben gesehen, wiedergegeben.

Im folgenden soll nun noch auf die Eichung des Empfängers nach Wellenlängen näher eingegangen werden. Die Einstellung eines Senders kann man sich bedeutend erleichtern, wenn man der Sekundärspule des Hochfrequenztransformators eine solche Windungszahl gibt, daß die Stellung der beiden Kondensatorskalen für einen möglichst großen Bereich für die gleiche Wellenlänge dieselbe ist. Diese Windungszahl muß von Fall zu Fall ausprobiert werden, bei Benutzung der oben angegebenen Daten handelt es sich jedoch nur um einige Windungen, die zu- oder abgewickelt werden müssen. Die Zahl der Windungen, um die man die Gitterspule zu verändern hat, ermittelt man am einfachsten dadurch, daß man feststellt, wieviel das Zuwickeln von einer oder zwei Windungen in Teilstrichen der Kondensatoreinstellung ausmacht und sich aus der Differenz der Ablesungen des ersten und des zweiten Kondensators die Zahl der notwendigen Windungen berechnet, um die man die Spule verändern muß. Zu große Kapazität des zweiten Kondensators erfordert dabei ein Mehr an Windungen der Spule, zu kleine Kapazität ein Weniger. Auch ohne Empfang verschiedener Sender erkennt man die Einstellung der beiden Gitterkreise auf gleiche Wellenlänge am Einsetzen der Schwingungen bei fester Rückkopplung. Man macht dabei für diese Prüfung den Schwingungseinsatz ziemlich hart, so daß man ein deutliches Knacken im Telephon hört. Bei richtiger Anordnung findet das Einsetzen der Schwingungen innerhalb eines sehr kleinen Intervalles der Kondensatorteilung statt, so daß die Einstellung der beiden Kreise auf gleiche Wellenlänge sehr genau vorgenommen werden kann. Unbedingtes Erfordernis ist dafür aber, daß eine genügend feine Drehung der Kondensatoren möglich ist. Sowohl für die Eichung, als auch für ein nachträgliches Auffinden eines einmal festgestellten Senders ist die Verwendung sogenannter „Mikroskalen“, d. h. Skalen mit Feinbewegung und Noniusablesung sehr anzuraten, um die, besonders bei Ungeübten, sehr ungenaue Schätzung nach Bruchteilen eines Teilstriches zu vermeiden. An dem nach der hier gegebenen Beschreibung gebauten Empfänger sind „Lur“ Mikroskalen angebracht, deren Feineinstellung nach beiden Seiten von der Nullstellung aus Ziffern besitzt und dadurch eine bequeme Ablesemöglichkeit bietet.

Die eigentliche Eichung kann entweder mit Hilfe eines Wellenmessers in möglichst loser Kopplung mit dem Empfänger oder mit Hilfe von Sendern vorgenommen werden, deren Wellenlänge dem Programmteil zu entnehmen ist. Dabei ist natürlich vorausgesetzt, daß man den betr. Sender mit Hilfe des Programms identifiziert hat. Die Abhängig-

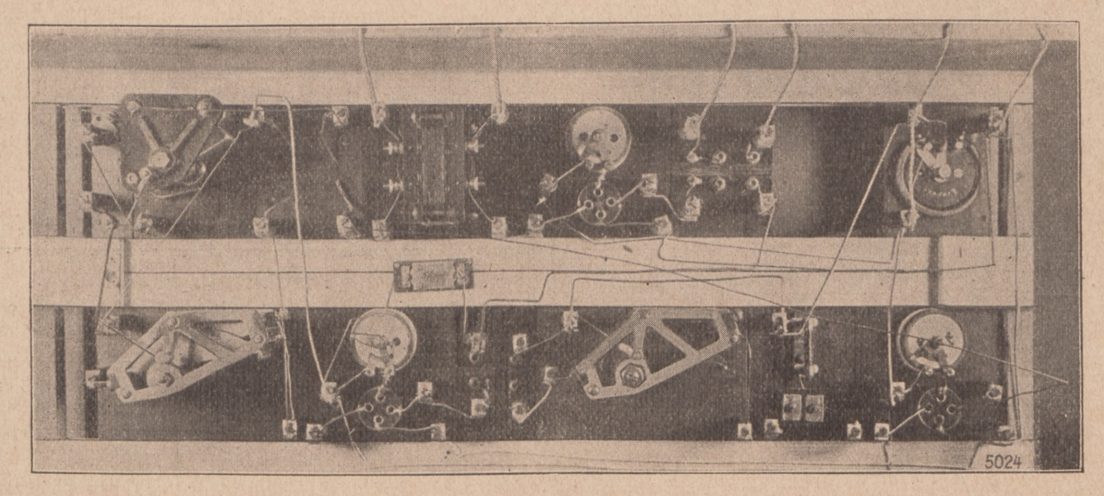


Abb. 5.

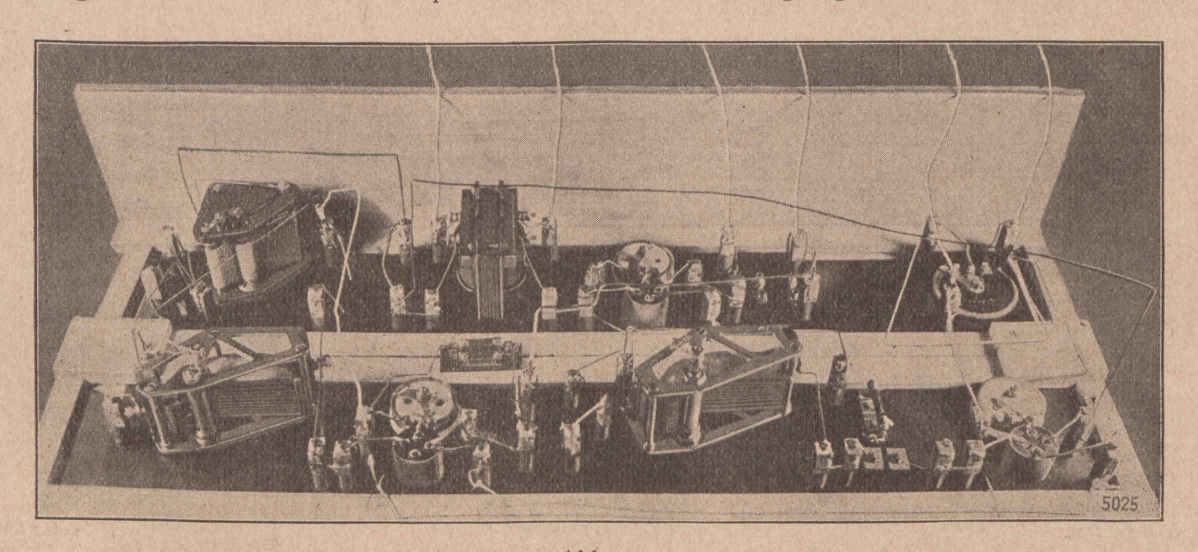


Abb. 6.

keit der Kondensatorstellung von der Wellenlänge stellt man am besten graphisch dar, indem man sie in ein Koordinatensystem einträgt. Die untere der beiden zueinander senkrechten Achsen wird also nach Wellenlängen (in m),

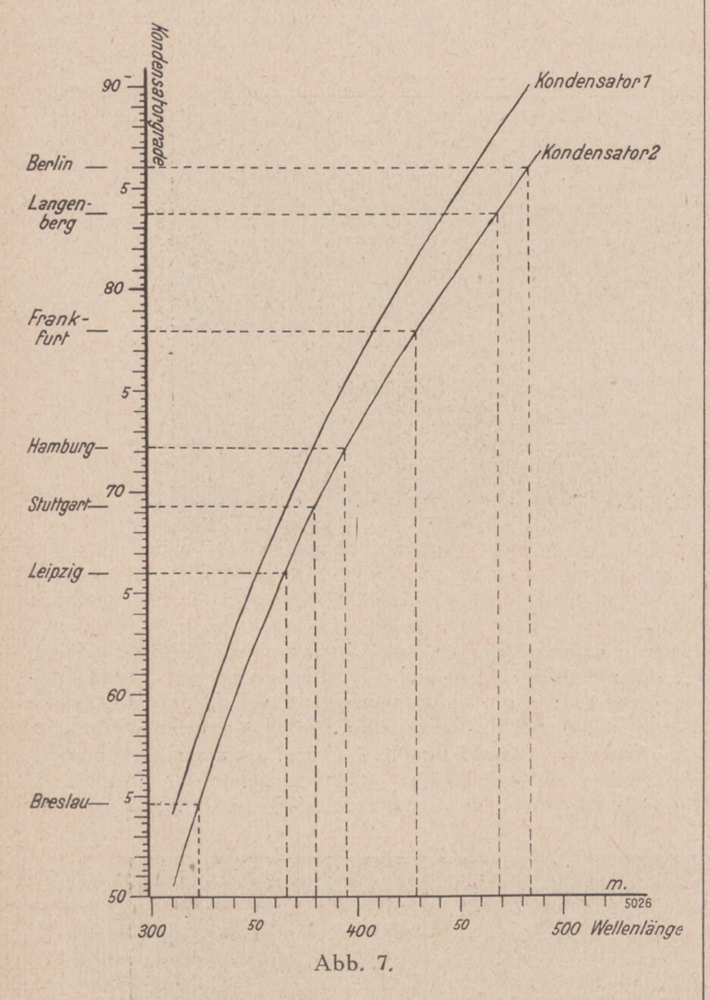


Abb. 7.

Liste der Einzelteile.

2 Frequenzkondensatoren 500 cm,
1 Kondensator beliebiger Form 1000 cm,
1 Kopplungsvorrichtung,
3 Röhrenfassungen,
3 Heizwiderstände,
2 Potentiometer,
1 Blockkondensator 500 cm,
1 Dralowidwiderstand 2 Megohm,
1 Blockkondensator 100 000 cm oder größer,
1 Transformator 1 : 4,
2 Klemmen,
10 Buchsen.

die linke in Graden der Kondensatorstellung geteilt. Im allgemeinen erhält man für die beiden abgestimmten Kreise zwei Kurven, hat man jedoch die oben erwähnte Zurichtung der Gitterspule der zweiten Röhre vorgenommen, so fallen die Eichkurven der beiden Kreise zum mindesten innerhalb eines größeren Bereiches zusammen. Eine solche Eichkurve, wie sie mit dem abgebildeten Empfänger erhalten wurde, ist in Abb. 7 dargestellt, und zwar wurde mit Absicht darauf verzichtet, die Ablesungen der beiden Gitterkreiskondensatoren gleich zu machen, um den allgemeinen Fall darstellen zu können. Einige Worte mögen noch erläutern, wie die Ablesung der Feineinstellung bei der Eichkurve berücksichtigt wurde. Durch die Feineinstellung wird die ganze Skala um einen bestimmten Bruchteil gedreht. Man stellt nun zunächst die Hauptskala auf einen ganzen Teilstrich, die Feineinstellung auf Null, und dreht letztere nun solange, bis die Ablesemarke wieder auf einen ganzen Teilstrich zu stehen kommt. An der Feineinstellung liest man nun ab, wieviel ihrer Teile einem Teil der Hauptskala entsprechen, im vorliegenden Fall waren es drei Teile. Jeden Zwischenraum auf der linken Achse, der einem Teil der Hauptskala entspricht, hat man dann also in drei Teile zu teilen, die der Einteilung der Feineinstellung entsprechen. Da man an der letzteren noch halbe Teile ablesen kann, so erhält man eine sehr genaue Ablese- und Einstellmöglichkeit. Man wird also, um nicht zu allzugroßen Dimensionen der Eichkurve zu kommen, sie in mehreren Teilen zeichnen müssen.

Die Sendezeiten der russischen Rundfunksender.

Station	Leistung in der Antenne kW	Wellenlänge m	Sendezeiten
Leningrad	10	1065	Täglich (außer Donnerstags) von 7—11 Uhr nachm.
Nishnij Nowgorod	1,2	1050	Dienstags, Donnerstags und Sonnabends von 5—1 Uhr nachts
Charkow	4	630	Täglich von 7.30—12 Uhr nachm.
Kiew	1	775	Werktäglich (außer Dienstags) von 7.30—9 Uhr nachm.; Sonntags von 12—3 Uhr nachm. und ab 7.30 Uhr nachm.
Astrachan	1	700	Täglich ab 6 Uhr nachm.; Mittwochs und Sonntags von 8—11 Uhr nachm. Übertragung aus Moskau
Iwanowo-Wosnessensk	1,2	800	Dienstags, Sonnabends und Sonntags ab 8 Uhr nachm.; Donnerstags ab 8.30 Uhr nachm.
Homel	1,2	925	Täglich (außer Donnerstags) von 8—12 Uhr nachm.; Sonntags von 7—11 Uhr nachm.
Woronesh	1,2	950	Dienstags, Mittwochs, Donnerstags, Sonnabends und Sonntags von 6—11 Uhr nachm.
Rostow am Don	1,2	1000	Werktäglich von 7—11 Uhr nachm.; Sonntags von 5—10 Uhr nachm.
Minsk	1,2	900	Täglich von 5.30—12 Uhr nachm. mit Pause von 7—8 Uhr; Sonntags ab 12 Uhr mittags
Nowosibirsk	4	1117	Täglich (außer Montags) ab 7 Uhr nachm.
Werchne-Ustjuk	1,2	1010	Täglich (außer Donnerstags) ab 5.50 Uhr nachm.; Sonntags ab 4 Uhr nachm.
Stawropol	1,2	655	Täglich (außer Montags) von 5—9 Uhr nachm.
Dnjepropetrowsk	1	550	Täglich (außer Mittwochs) von 7—9.45 Uhr nachm.; Sonntags außerdem von 1.30—5.30 Uhr nachm.

*

Ein neuer Rundfunksender in Madrid. Seit einiger Zeit stellt eine neue Madrider Sendestelle „Radio-Madrilena" jede Nacht auf einer Welle zwischen 303 und 310 m Versuche an. Der Sender hat eine Leistung von etwa 2,5 kW; im Rahmen der Versuche wird mehrfach das Rufzeichen Eaj 12 angegeben.

Ein Rundfunkdirektor geadelt — in England. Der König von England hat den Direktor der British Broadcasting Company, jetzigen Generaldirektor Reith der British Broadcasting Corporation, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Organisation des Rundfunks in England geadelt, womit der Titel „Sir" verbunden ist.

Ein neuer französischer Rundfunksender. In Bordeaux-Lafayette wird ein Rundfunksender betrieben, der eine Leistung von rund 1 kW besitzt. Er verbreitet seit einiger Zeit täglich von 10 Uhr abends ab Vorträge und musikalische Darbietungen auf der Welle 407 m.



Ein neues Netzanschlußgerät

I. Die theoretischen Grundlagen.

Von
Otto Rottmann.

Eine der Hauptfragen der heutigen Empfangstechnik, deren Lösung noch nicht in befriedigender Weise gefunden wurde, liegt in dem Kapitel Batterien. Teillösungen sind genügend vorhanden. Von den Sparröhren angefangen, die den Heizstrom herunterzusetzen ermöglichten, bis zu den Doppelgittersparröhren der Typen Philips-Miniwatt, Telefunken RE 072 D/073 D, die die Anodenspannung reduzieren ließen. Das Volumen der Batterien wurde kleiner, das Übel als solches blieb; und es ist ein solches, außer für den Hersteller. Meistens ist gerade in der schönsten Opernübertragung die Heizbatterie leer und die Reservebatterie, falls eine solche vorhanden, noch beim Laden, oder die Säure ist ausgekippt. Die Bastlererfahrung ist in diesem Kapitel sehr mannigfaltig. Und erst die Trockenbatterien! Wenn sie in ein gewisses Alter kommen, bekommen ihre Bestandteile Krach untereinander, was sich durchaus nicht schön anhört, aber nicht zu verhindern ist. Hat man sich glücklich zu einem Sieben- bis Achtröhrenempfänger aufgeschwungen, so macht man die Erfahrung entsprechend öfter, da die Anodenbatterie schon nach acht Tagen leer ist, während sie vorher bei vier Röhren immerhin drei bis vier Monate hielt. Zwar gibt es einen Ausweg: aufladbare Anodenbatterien. Jedoch es tritt der gleiche Übelstand auf wie bei den Akkumulatorenbatterien. Es gibt nun noch die Möglichkeit, das aus älteren, schlechten Erfahrungen gewonnene Vorurteil gegen das Netzanschlußgerät zeitgemäß zu revidieren. Über die neuerdings gemachten Erfahrungen soll nun in den folgenden Zeilen berichtet werden. Daß wir dabei über ein paar theoretische Überlegungen mit ein paar Zahlen zu einem gewissen Fortschritt in bezug auf das oben Gesagte gelangen werden, sei vorausgeschickt. Aus der Natur der Sache heraus müssen wir mit der Behandlung von Gleichstrom beginnen.

Theorie des Ventil-Röhren-Netzanschlußgerätes für Gleichstromnetze.

In diesem Kapitel soll die theoretische Behandlung einer Apparatur gegeben werden, die es gestattet, mit geringen Anschaffungskosten und unter Umständen keinerlei Betriebskosten eine vollkommen nebengeräuschfreie Anodenspannung

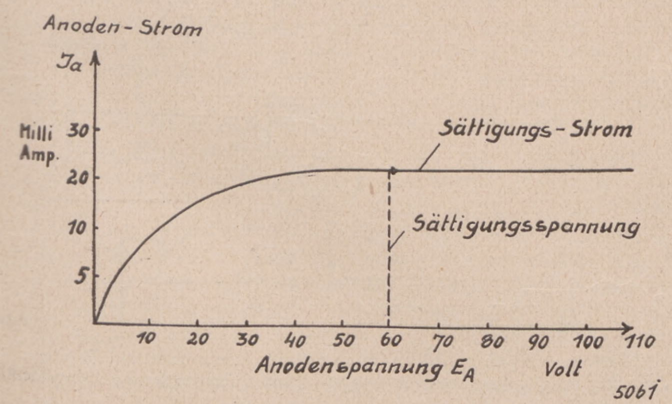


Abb. 1. Anodenstrom als Funktion der Anodenspannung.

in beliebiger Spannung und Stromstärke aus dem Gleichstromnetz zu entnehmen. Bevor wir auf die technischen Ausführungen eingehen, ist es notwendig, daß wir uns über die Erfordernisse eines derartigen Gerätes klarwerden. In technischer Beziehung ist zu verlangen: leichte Regelbarkeit und Konstanz der Spannung bei allen Anodenstromstärken, unbedingte Störungsfreiheit von Geräuschen jeglicher Art, leichte Herstellbarkeit, und in ökonomischer Beziehung geringe Anschaffungs- und Unterhaltungskosten. Inwieweit eine Verwirklichung dieser Mindestforderungen erreicht worden ist, wird später klarwerden. Die Hauptschwierigkeit beim Bau jeglichen Netzanschlußgerätes liegt in der

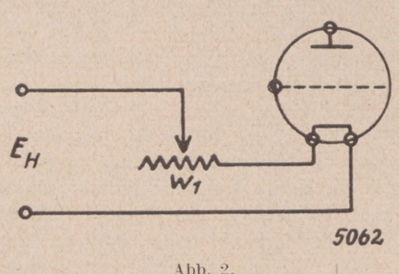


Abb. 2.

Beseitigung der Störungsgeräusche, die aus dem Netz kommen.

Einer der meist begangenen Wege ist die Einschaltung von Siebketten, die aus Selbstinduktionen und Kapazitäten bestehen. Ganz abgesehen davon, daß ihre Selbstherstellung im Hinblick auf die obigen Forderungen für den Bastler in den meisten Fällen eine Unmöglichkeit ist, lassen sie selbst bei bester Konstruktion in bezug auf Störungsfreiheit zu wünschen übrig. Im allgemeinen beschränken sich die Störungsgeräusche, die in der Hauptsache aus den Kollektorgeräuschen der Gleichstromgeneratoren bestehen, auf einen Frequenzbereich von 100 bis 2000 Hertz. Nun haben wir in der Elektronenröhre ein Mittel in der Hand, das imstande ist, diese Geräusche, die an sich weiter nichts sind als Schwankungen der Netzspannung in der Größenordnung von Bruchteilen eines Volt mit den angegebenen Periodenzahlen, zu beheben. Aus der Technik der Elektronenröhre ist der Begriff des Sättigungsstromes bekannt, der besagt, daß unter bestimmten Verhältnissen der Strom, der durch eine Röhre fließt (es kann eine Zweielektrodenröhre sein), von einem gewissen Punkte ab bei weitersteigender Spannung keine Erhöhung mehr erfährt. In Abb. 1 haben wir eine derartige Sättigungsstromkurve schematisch aufgetragen. Die Kurve gibt uns den Verlauf des Stromes in Abhängigkeit von der Anodenspannung, der bei konstanter Heizspannung durch die Röhre geht, d. h. vom Heizfaden emittiert wird. Es läßt sich daraus ersehen, daß innerhalb des Bereiches von 0 bis 60 Volt der Strom stetig zunimmt, dagegen ein weiteres Steigen der Spannung über 60 Volt hinaus keine Steigerung des Stromes mehr verursacht, also wie man sagt, der Sättigungsstrom erreicht wird. Die Grenze der Spannung, bei der keine Steigerung des Stromes mehr erfolgt, nennt man die Sättigungsspannung. Legen wir also gewissermaßen die Röhre dem Netzstrom als Hindernis in den Weg, und zwar an einem Punkte ihrer Emissionsstromcharakteristik, der unserem Bilde entsprechend weit genug nach rechts liegt, so daß die Spannungsschwankungen an der Anode keine Änderung des Emissionsstromes hervorrufen, so haben wir, was wir brauchen. Theoretisch hätten wir also schon eine Möglichkeit gewonnen. Doch eine weitere Schwierigkeit tut sich nun wieder auf, da die Röhre doch geheizt werden muß, das läßt sich nun auch sehr leicht aus dem Netz machen. Allerdings ist hierfür ein großer Widerstand erforderlich, der sich uns jedoch in der elektrischen Glühlampe darbietet. Die Schaltung ergibt sich aus Abb. 2. Wie üblich befindet sich der Heizfaden der Röhre R in Serie mit einem Widerstand W_1. Nehmen wir einmal im Hinblick auf spätere Zwecke die Telefunkenröhre RE 154. Bei 4 Volt Spannung hat diese einen Stromverbrauch von etwa 0,15 Amp. Wir



benötigen also einen Widerstand, der uns bei 220 Volt Netzspannung 220 — 4 = 216 Volt bei einem Strom von 0,15 Amp vernichtet. Nach dem Ohmschen Gesetz ist der Widerstand W gleich der Spannung E dividiert durch die Stromstärke J; $W = \frac{E}{J} = \frac{216}{0,15} = 1440$ Ohm.

Um uns ein Bild über die zu vernichtende Leistung zu machen, rechnen wir diese aus, wobei die Leistung L gleich der Spannung E multipliziert mit der Stromstärke J ist:

$$L = E \cdot J = 216 \cdot 0,15 = 32,4 \text{ Watt.}$$

Da eine 32kerzige Metallfadenlampe etwa 32 · 1,1 Watt, also 35 Watt verbraucht, hätten wir schon einen ungefähr passenden Widerstand gefunden. Nehmen wir nun weiter an, der Sättigungsstrom unserer Röhre bei der angegebenen Schaltung sei 30 mA und werde bei einer Anodenspannung von 60 Volt erreicht, so befinden wir uns bei 100 Volt Anodenspannung sicher weit genug rechts auf unserer Charakteristik, um keine Spannungsschwankungen mehr zu haben. Die neue Schaltung, wenn wir die Anodenspannung also auch aus dem Netz nehmen, sieht dann entsprechend Abb. 3 aus. Das Gitter ist mit der Anode verbunden. Analog dem Vorhergesagten berechnen wir uns wieder den

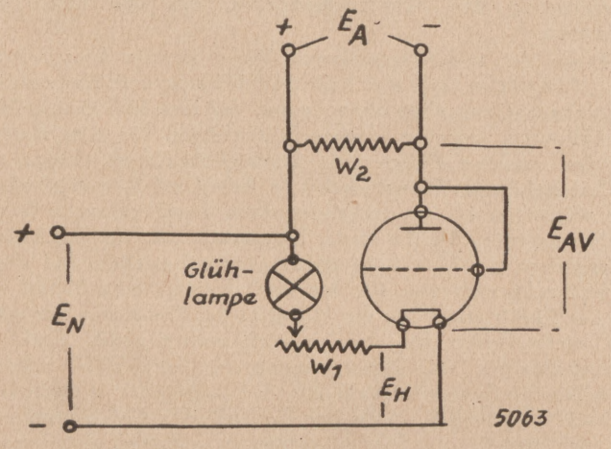


Abb. 3. E_N = Netzspannung; E_H = Heizspannung; E_A = Anodenspannung; E_{AV} = Anodenspannung der Ventilröhre $E_N = E_A + E_{AV}$.

erforderlichen Widerstand W_2, um von 220 Volt auf 100 Volt zu kommen:

$$W = \frac{E}{J} = \frac{120}{0,03} = 4000 \text{ Ohm.}$$

Überlegen wir nun einen Augenblick, was an den Enden dieses Widerstandes geschieht, wenn die Spannung steigt. Da der Strom durch die Ventilröhre als Sättigungsstrom auf der gleichen Höhe bleibt, der Widerstand desgleichen, muß auch die Spannung an dessen Enden dieselbe bleiben. Wir sehen also, daß wir hier die gewünschte Möglichkeit haben, d. h. alle Schwankungen der angelegten Netzspannung E_N durch die Röhre absorbiert werden. Es wäre also nur nötig, den Widerstand unseres Stromverbrauchers, d. h. also des angelegten Empfängers, auf 4000 Ohm zu bemessen, und wir hätten eine ideale Spannungsquelle, wenn die Sache in dieser einfachen Form nicht zwei Haken hätte. Wir haben nämlich bei allen unseren bisherigen Überlegungen die Voraussetzung einer konstanten Heizspannung gemacht. In Wirklichkeit trifft das aber gar nicht zu, denn die Heizspannung ist nach wie vor den Schwankungen der Netzspannung E_N unterworfen und ruft ihrerseits Schwankungen des Wertes des Sättigungsstromes hervor. Nun ist ja zwar ohne weiteres einzusehen, daß die Fadentemperatur nicht in dem hohen Maße den Schwankungen der Spannung folgen kann. Immerhin bleibt aber noch ein Rest, der sich durch ein Brummen unangenehm bemerkbar macht. Durch Parallelschalten eines Blockkondensators von 2 bis 4 μF läßt sich jedoch dieser Nachteil beseitigen. Der zweite Punkt, den man leichter mit in Kauf nehmen kann, sind die Änderungen der Netzspannung infolge Belastungsschwankungen innerhalb des Netzes. Sie sollten nicht mehr als 3 v. H. betragen. Eine Durchrechnung ergibt, daß ein variabler Widerstand von 150 Ohm in Serie mit der Widerstandsglühlampe geschaltet imstande ist, Netzschwankungen bis zu 5 v. H.

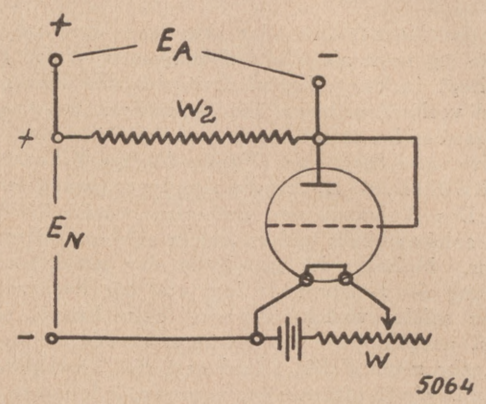


Abb. 4. Heizung der Ventilröhre aus dem Akkumulator.

auszuregulieren. Da diese nie sprungweise erfolgen, bilden sie auch keine unangenehmen Störungen. Übrigens lassen sich beide Nachteile vermeiden, wenn man die Röhre nach Abb. 4 mit einer besonderen Batterie heizt.

Bevor wir zur Behandlung der praktischen Ausführung übergehen, sei nochmals an einem Beispiel die rechnerische Seite klargestellt, so daß es jedem Funkfreund möglich ist, für irgendeinen Röhrentyp die verlangten Größen sich selbst ausrechnen zu können. Als Ventilröhre soll diesmal eine Valvo 201 B verwendet werden. Heizspannung $E_H = 4$ Volt, Heizstrom $J_H = 0.3$ Amp. Es muß hierfür eine Leistung L: $L = [E_N - E_H] \cdot J_H = [220 - 4] \cdot 0,3$ (L = etwa 65 Watt) vernichtet werden, der hierfür erforderliche Widerstand berechnet sich aus

$$W = \frac{E_N - E_H}{J_H} = \frac{220 - 4}{0,3} = 720 \text{ Ohm.}$$

Die obere und untere Grenze unserer Netzspannung sind bei einer Toleranz von ± 5 v. H. 233 und 211 Volt, woraus

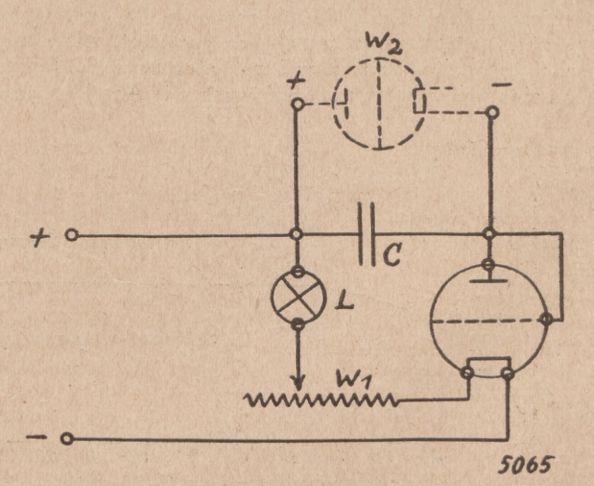


Abb. 5. Schaltungsschema für Anoden-Netzanschlußgerät mit Ventilröhre

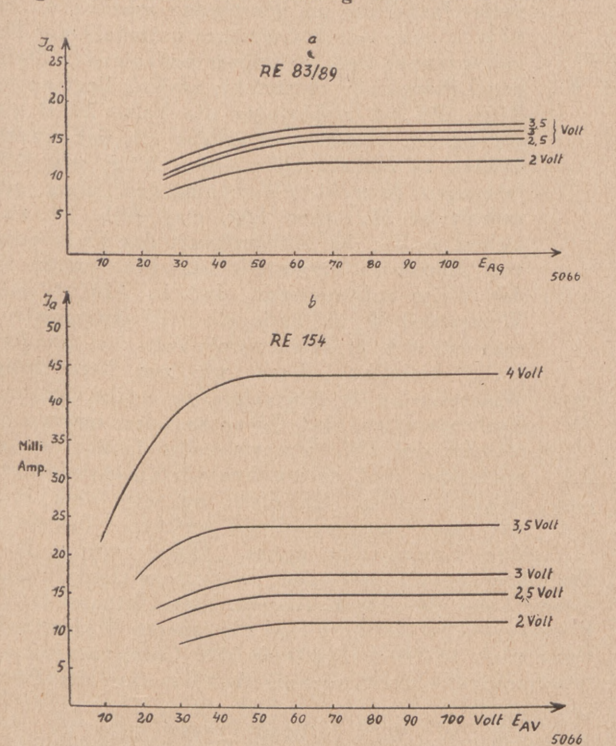
sich eine Differenz von 22 Volt und diese wiederum einen veränderlichen Widerstand von $W = \frac{22}{0,3} \approx 70$ Ohm ergibt. Sicherheitshalber und aus Gründen, auf die wir später noch zu sprechen kommen, empfiehlt sich eine Vergrößerung dieses Widerstandes auf 100 bis 120 Ohm. Wir müssen also eine Glühlampe verwenden, deren Widerstand im Höchstfalle $720 - \frac{120}{2} = 660$ Ohm ergibt. Nehmen wir z. B.

eine 75 Watt-Lampe, so können wir deren Widerstand berechnen aus der Formel:

$$W = \frac{E^2}{L} \left(\text{weil } W = \frac{E}{J} \text{ und } J = \frac{L}{E}\right) = \frac{220^2}{75} = 645 \text{ Ohm.}$$

Hiermit haben wir den gewünschten Widerstand gefunden, um unsere Röhre richtig heizen zu können. Erfahrungsgemäß ist es jedoch in den seltensten Fällen notwendig, die Röhre bis zur äußersten Grenze zu heizen. Man wird meistens um 5 bis 10 v. H. unterhalb des vorgeschriebenen Heizstroms bleiben können, um die erforderliche Emission zu erhalten, kann also unter Umständen mit einer 60 Watt-Lampe und einer 10 Watt-Lampe in Parallelschaltung auskommen. Auf diese Art und Weise kann man sich alle gewünschten Widerstände zusammenstellen, und somit wären alle Fragen betreffend der Heizung der Ventilröhre er-

60 = 160 Volt vertragen kann. Andererseits beträgt aber auch die Verbraucherspannung E_A nur noch 60 Volt. Wir ersehen weiter daraus, daß einer Vergrößerung des Widerstandes W_2 insofern eine Grenze gesetzt ist, als hierdurch eine Verschiebung des Arbeitspunktes nach links erfolgt. Die Grenze ist hier durch die Krümmung der Kurve gegeben, da wir ja von dieser Stelle ab keinen Sättigungsstrom mehr haben. Wir setzen wieder voraus, daß der Sättigungsstrom bei einer Anodenspannung von 60 Volt erreicht wird und erhalten dann folgende Verhältnisse: Der Widerstand W_2 muß in diesem Falle für einen Spannungsabfall von 220 — 60 = 160 Volt bemessen werden. Der er-



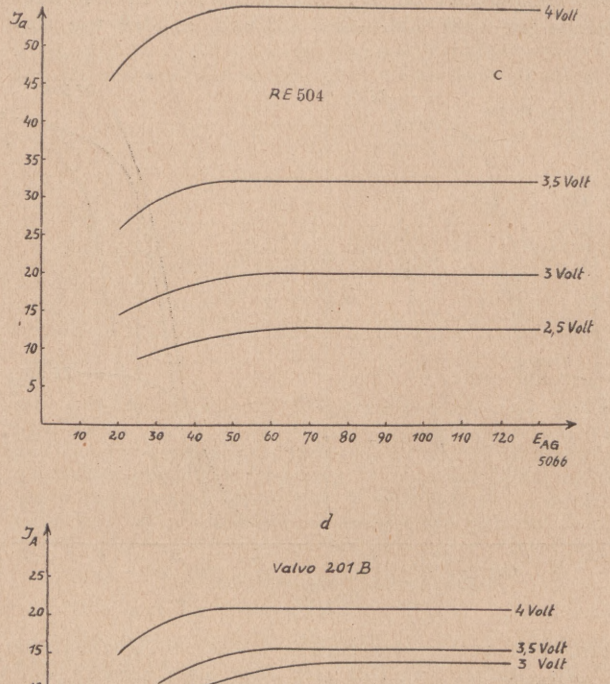


Abb. 6. Anodenspannung—Anodenstrom-Kennlinie (Gitter und Anode verbunden).

ledigt. Ich möchte aber schon an dieser Stelle Bedenken wegen des hohen Stromverbrauches beseitigen. Es ist selbstverständlich ohne weiteres möglich, wie wir bei der praktischen Ausführung sehen werden, daß die Glühlampe in einer beliebigen Stehlampe zu gleicher Zeit als Beleuchtung benutzt werden kann.

Aber auch über die Verhältnisse an der Anodenseite müssen wir im Bilde sein. In der Praxis haben wir doch gemäß Abb. 5 an Stelle des Widerstandes W_2 den Widerstand des Verbrauchers. Es fragt sich daher, welchen Einfluß verschiedene Größen dieses Widerstandes auf die Stromspannungsverhältnisse hier ausüben. Wir sahen oben, daß für die Sättigungsanodenspannung der Ventilröhre etwa 80 bis 100 Volt erforderlich waren, wobei wir die restliche Spannung von 120 Volt durch den Widerstand von 4000 Ohm vernichtet haben. Was erreichen wir nun durch eine Verkleinerung dieses Widerstandes? Zunächst eine Erhöhung der Anodenspannung der Ventilröhre. Nehmen wir z. B. 2000 Ohm an, so werden wir nicht mehr 120 Volt vernichten, sondern:

$$E = L \cdot W = 0{,}03 \cdot 2000 = 60 \text{ Volt, also nur die Hälfte.}$$

Hieraus folgt eine weitere Verschiebung des Arbeitspunktes der Ventilröhre in Abb. 1 nach rechts, die praktisch keine Änderung ergibt. Eine Grenze setzt hier lediglich die Erwägung, ob die Ventilröhre eine Steigerung der Anodenspannung bis auf ihren maximalen Wert von 220 —

forderliche Widerstand ist $W_2 = \frac{160}{0{,}03} = 5300$ Ohm etwa.

Hieraus können wir nun die für uns wichtigen Folgerungen ziehen. Unter der Voraussetzung eines konstanten Anodenstromes sind wir imstande, lediglich durch Veränderung des Widerstandes W_2 innerhalb einer oberen Grenze, welche gegeben ist durch die Sättigungsspannung, und einer unteren Grenze, welche sich aus der Widerstandsfähigkeit der Ventilröhre gegen Anodenspannungen E_{AV} über 120 Volt ergibt, die Anodenspannung E_A beliebig zu regeln. Da wir es aber in der Praxis mit einem konstanten Widerstand W_2, den ja die Verstärkerröhren der zu beliefernden Empfangsapparatur bilden, zu tun haben, ist es zweckmäßig, noch eine andere Möglichkeit zu besitzen, die Anodenspannung variieren zu können.

Unseren vorstehenden Überlegungen lag die Annahme eines konstanten Anodenstromes zugrunde. Wir müssen daher noch den Einfluß untersuchen, den dessen Veränderung hervorruft. In der Wirklichkeit haben wir es ja nicht, wie in Abb. 1, mit einer einzigen Kurve zu tun, sondern in Abhängigkeit von der Heizspannung mit einer ganzen Kurvenschar. In Abb. 6 a b c d sind vier derartige Kurvenscharen für verschiedene Röhrentypen dargestellt. Bei verbundenen Gitter und Anode sind die Anodenströme in Abhängigkeit von den Anodenspannungen für verschiedene Heizspannungen aufgetragen. Es ist natürlich zu berück-

sichtigen, daß derartige Kurven immer nur Mittelwerte darstellen, die aber für unseren Zweck vollauf genügen. Nehmen wir beispielsweise einmal für W_2 den Widerstand unseres Empfängers mit 5000 Ohm an, wobei wir an ihn verschiedene Anodenspannungen anlegen wollen. Als Vergleichsbeispiel wählen wir die in Abb. 6b dargestellte Kurve der Telefunkenröhre RE 154. Wenn wir z. B. 65 Volt an unseren Widerstand anlegen, so ergibt sich ein Strom:

$$J_A = \frac{65}{5000} = 0{,}013 \text{ Amp.} = 13 \text{ Milliampere.}$$

Aus dem Schaubild ersehen wir, daß hierfür eine Heizspannung von 2,5 Volt bei einer minimalen Ventilröhren-Anodenspannung E_{AV} 80 Volt notwendig ist. In Wirklichkeit haben wir aber 220 — 65 = 155 Volt, so daß wir also

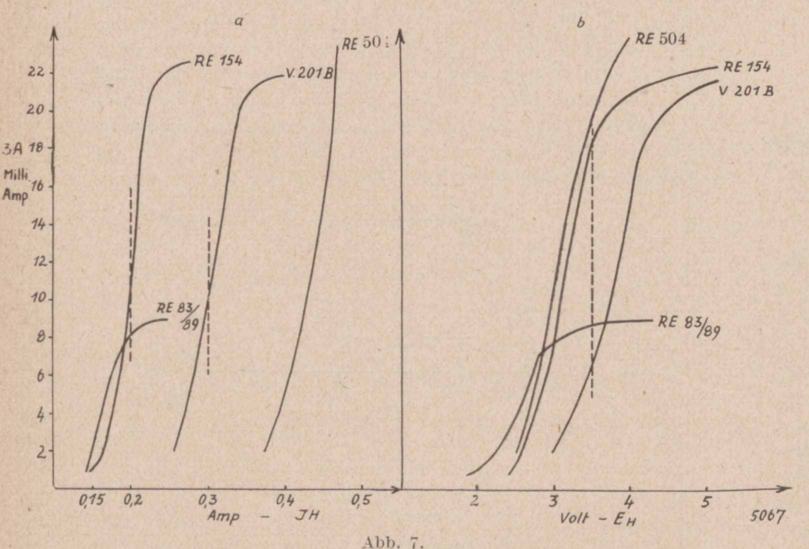


Abb. 7.

genügend weit rechts des Knickes unseren Arbeitspunkt haben. Zu gleicher Zeit läßt sich aber auch ersehen, daß 65 Volt das niedrigst Erreichbare ist, da unterhalb 2 Volt Heizspannung kein Emissionsstrom fließt. Die obere Grenze der Anodenspannung E_A können wir uns aus der Erwägung heraus ableiten, daß die niedrigste Anodenspannung E_{AV} für die Ventilröhre bei 70 Volt liegt, die maximale für den Widerstand also

$$E_A = E_N - E_{AV} = 220 - 70 = 150 \text{ Volt ist.}$$

Aus der Berechnung des hierfür fließenden Anodenstromes $J_A = \frac{150}{5000} = 0{,}03$ Amp. ergibt sich eine Heizspannung von etwa 3,65 Volt. Nach dem Gesagten sind wir also imstande, durch Regulierung der Heizspannung E_{HV} unsere Ventilröhre bei einem Widerstande W_2 von 5000 Ohm die Anodenspannung innerhalb der Grenzen von 65 Volt bis 150 Volt kontinuierlich zu regeln. Wir wollen auch an dieser Stelle hier noch einmal kurz untersuchen, welchen Einfluß eine Verminderung des Widerstandes W_2 hat. Nehmen wir anstatt 5000 einmal 2000 Ohm an, an den wir 100 Volt anlegen wollen. Der Anodenstrom wird

$$J_A = \frac{100}{2000} = 0{,}05 \text{ Amp.}$$

Diesen Anodenstrom kann uns die Röhre RE 154 nicht mehr ohne Überheizung liefern, dagegen die Röhre RE 504, Abb. 6c, noch sehr gut. E_{HV} = etwa 3,9 Volt; nun hat sich aber auch die untere Grenze gesenkt, denn für den niedrigsten Anodenstrom 0,011 Amp (RE 154) bei 2 Volt E_{HV} ergibt sich die Anodenspannung $E_A = 0{,}011 \cdot 2000 = 22$ Volt. Wir haben es also vollkommen in der Hand, durch Regulierung der Heizspannung der Ventilröhre als Feinregulierung und durch Regulierung des Widerstandes W_2 als grobe Regulierung jede gewünschte Spannung zwischen etwa 10 Volt und maximal 150 Volt herzustellen. Bevor wir nun zu dem letzten Kapitel, das den Widerstand 2 behandeln soll, übergehen, wollen wir noch einige Zeilen der Betrachtung einer ökonomischen Frage widmen. In der Abb. 7 ist zu deren Illustration das Verhältnis des Emissionsstromes zu dem Heizstrom bei konstantem äußeren Widerstand aufgetragen. Wenn die Frage an sich auch von sekundärer Bedeutung ist, da die Verluste für die Heizung der Röhre durch Akkumulatorenladung oder zur Beleuchtung nutzbar gemacht werden können, so gibt die Kurve doch einen Vergleich über die Eignung der Röhren. Es soll damit jedoch keineswegs ein definitives Urteil abgegeben werden, sondern es soll nur gezeigt werden, in welcher Weise man sich selbst die geeigneten Röhren auswählen kann. Die strichpunktierte Linie gibt die normale Heizspannung bzw. Heizstrom. Es zeigt sich, daß die Röhre RE 154 auch in dieser Beziehung am günstigsten arbeitet, da beinahe 80 v. H. ihres Arbeitsbereiches unterhalb der Normalheizspannung liegt, was einer bedeutenden Steigerung der Lebensdauer entspricht; ähnlich liegt es bei der Röhre RE 504, wohingegen die Valvo 201 B nicht so günstig ist. Andererseits habe ich mit einer überheizten 18 Monate alten Valvo 201 A sehr gute Erfahrungen gemacht. Wer hingegen Wert auf Ersparnis an Heizstrom legt, mag Abb. 7b zu Rate ziehen, in der die Abhängigkeit des Emissionsstroms vom Heizstrom dargestellt ist. Die Kurven sind in der Weise aufgenommen, daß in Abb. 4 mit dem Widerstand W_2 in Serie ein Milliamperemeter liegt, während sich im Heizkreis ein Volt- und eine Amperemeter befinden. Wenn wir zur Berechnung des Widerstandes W_2 übergehen, so ergibt sich aus dem Vorhergesagten, daß dieser aus den inneren Widerständen der Röhren besteht, die in dem Empfänger vorhanden sind, an welchen wir die Anodenspannung anlegen wollen. Da diese bekannt sind, brauchen wir nur auszurechnen, welchen Endwiderstand ihre Kombination ergibt. Haben wir z. B. einen Dreiröhrenapparat mit der Zusammenstellung: Hochfrequenz: Valvo Ökonom H, Audion: Valvo Ökonom N, Niederfrequenz: Valvo 201 B, so sind die inneren Widerstände der Reihe nach 16 000 + 12 000 + 5500 Ohm, und hieraus der resultierende Widerstand nach den Gesetzen der Stromverzweigung:

$$W_r = \frac{W_1 \cdot W_2 \cdot W_3}{W_1 + W_2 + W_3} = \frac{16\,000 \cdot 12\,000 \cdot 5500}{16\,000 + 12\,000 + 5500} = 3153 \text{ Ohm.}$$

Für einen Neunröhren-Ultradyne ergab sich mit vier Valvo H: 16 000, zwei Valvo N: 12 000, einer Valvo Oscillotron: 9500, zwei Valvo 201 B: 5500, als resultierenden Widerstand 4050 Ohm. Die berechneten Widerstände stimmen also mit den oben gemachten Annahmen größenordnungsmäßig überein.

Nachdem wir nun auf diese Weise alle theoretischen Grundlagen geklärt haben, werden wir uns in unserem nächsten Aufsatz mit der praktischen Verwirklichung beschäftigen. Es wird weiter noch die gleichzeitige Heizung aus dem Gleichstromnetz behandelt werden, um anschließend daran die Möglichkeiten der Stromentnahme aus Wechselstromnetzen zu untersuchen.

(Ein weiterer Aufsatz folgt.)

Telephonieversuche auf Welle 42 m. Der Kurzwellensender K 4 a b k in Wismar, der von Dr.-Ing. Heinrich erbaut ist und betrieben wird, stellt seit kurzer Zeit auf Welle 42 m Telephonieversuche an. Die Sendezeit ist täglich zwischen 5.00 und 6.30 Uhr nachm. Es wird dabei versuchsweise meist das Hamburger Programm übertragen. Ferner finden regelmäßig jeden Montagabend 9.30 bis 10.00 Uhr die gleichen Übertragungen statt. Es handelt sich um rein wissenschaftliche Untersuchungen. Empfangsnachrichten (Q S L) erbeten an das Elektrische Institut der Höheren Technischen Lehranstalt, Wismar.

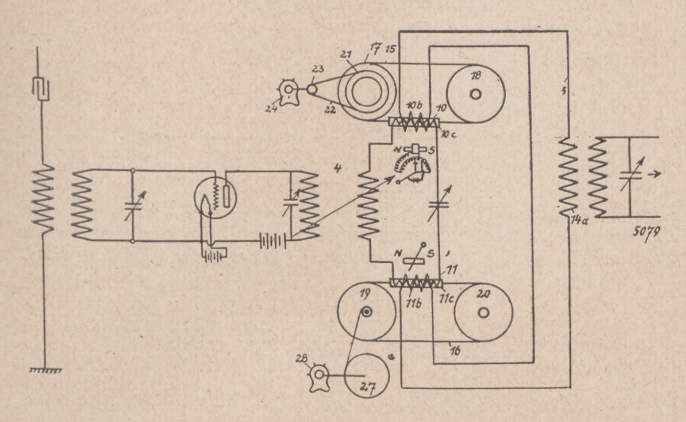
AUSLÄNDISCHE ZEITSCHRIFTEN- UND PATENTSCHAU

Bearbeitet von **Regierungsrat Dr. C. Lübben.**

Eine originelle Störbefreiung.

Nach Brit. Pat. 258 635.

Die Anordnung nach der Patentschrift betrifft eine originelle Art der Störbefreiung von niederfrequenten Impulsen. Die Abbildung zeigt, daß zunächst eine Hochfrequenzverstärkung erfolgt, bevor die eigentliche Störbefreiung vorgenommen wird. Das allgemeine Prinzip dieser Störbefreiung besteht darin, daß die von der Sekundärwicklung des Transformators 4 (vgl. die Abbildung) aufgenommenen



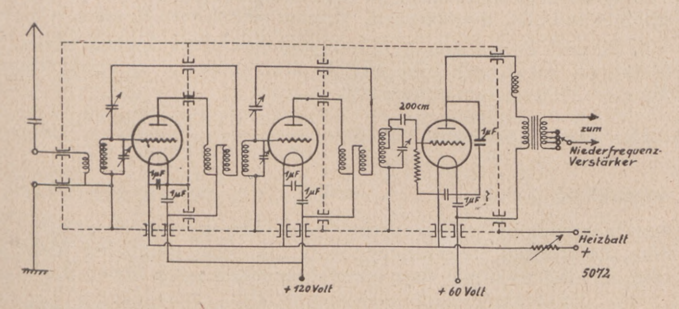
Impulse über die Primärwicklungen 10 und 11 zweier Transformatoren geleitet werden, deren Sekundärwicklungen sich in Gegenschaltung im Kreis 13 mit der Spule 14 a befinden. In den Übertragungstransformatoren sind Eisenkerne 10 c und 11 c vorgesehen, die beide mittels besonderer Antriebe (24, 23, 21, 17, 15, 18 und 28, 27, 19, 16, 20) mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegt werden. Beide Transformatoren übertragen dabei nach Angabe der Patentschrift die niederfrequenten Impulse, die sich in bezug auf die Spule 14 a gegenseitig kompensieren. Nur der schneller bewegte Kern läßt auch eine Transformation der Hochfrequenzschwingung zu, die dann weiterhin dem Empfänger zugeleitet werden. Die verschiedenartige Wirkung der Eisenkerntransformatoren wird auf die verschiedene „Ermüdung" der Eisen-Molekeln in den verschieden bewegten Kernen gegenüber verschiedenen Frequenzen zurückgeführt.

*

Der abgeschirmte Neutrodyne-Empfänger.

Nach Wireless World **19.** 824. 1926/Nr. 25 — 22. Dezember. **20.** 5. 1927/Nr. 1 — 5. Januar.

Bei hochwertigen modernen Empfangsgeräten wird in zunehmendem Maße von der Abschirmung einzelner Teile, der Spulen, einzelner Hochfrequenzstufen und der ganzen Geräte Gebrauch gemacht. Dem kleinen Nachteil der geringen Energieeinbuße stehen große Vorteile gegenüber, besonders die Erhöhung der Selektivität und die Beseitigung



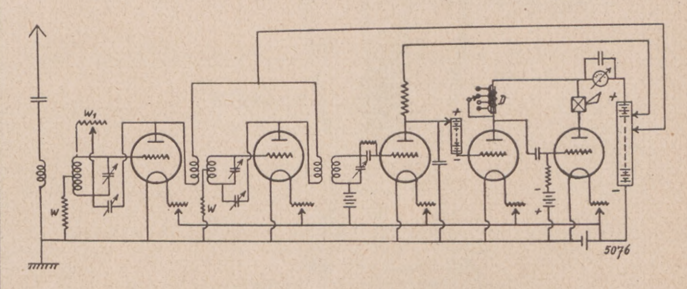
unerwünschter Kopplungen und der damit verbundenen vorzüglichen Möglichkeit der Neutrodynisierung. Das Schaltbild der ersten Stufen eines solchen abgeschirmten Neutrodyne-Empfängers ist in der Abbildung wiedergegeben. Jede Hochfrequenzstufe befindet sich in einem geschlossenen Metallkasten, die miteinander, mit der einen Heizleitung und mit der Erde verbunden sind. Die Kastenwände werden dabei unmittelbar als eine Heizleitung verwendet. Aus der eingehenden Bauvorschrift des Empfängers sei nur erwähnt, daß die Hochfrequenztransformatoren als Zylinderspulen gewickelt sind und den ganzen Rundfunkbereich überdecken.

*

Ein Fünfröhren-Neutrodyne-Empfänger.

Nach Modern Wireless **6.** 628. 1926/Nr. 7 — Dezember.

In der Abbildung ist eine Fünfröhren-Neutrodyneschaltung wiedergegeben, die sich in einigen Punkten von den gebräuchlichen unterscheidet. Bemerkenswert ist an ihr, daß



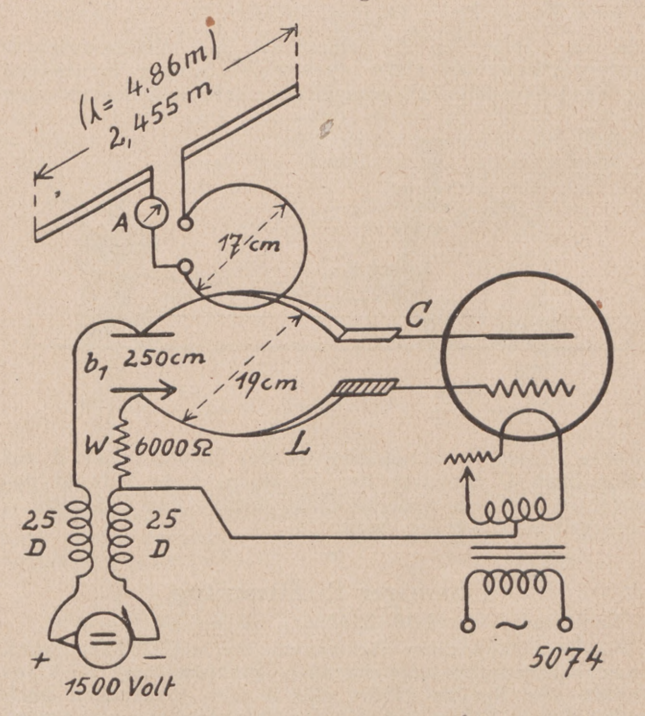
die Mittelanzapfung der Gitterspulen nicht wie gewöhnlich unmittelbar mit der Kathodenseite verbunden ist, sondern daß hochohmige Widerstände W in diese Verbindung eingeschaltet sind. Zur Regelung der Lautstärke ist im Gitterkreis der ersten Röhre ein Widerstand W_1 eingeschaltet, außerdem ist die Drossel D stufenweise einschaltbar.

*

Ein Kurzwellensender.

Nach Q. S. T. America **11.** 32. 1927/Nr. 1 — Januar.

In der nachstehenden Abbildung ist eine Senderanordnung zur Erzeugung sehr kurzer Wellen (etwa 5 Meter) wiedergegeben. Der Gitterkreis wird gebildet aus einem Draht-



ring L von 19 cm Durchmesser, zu dem die kleine verteilte Kapazität C parallel liegt. In diesen Schwingungskreis ist in der Mitte der veränderliche Kondensator C_1 eingeschaltet, der die Eigenfrequenz des Kreises verringert und eine Abstimmung ermöglicht. Mit den beiden Belegungen dieses

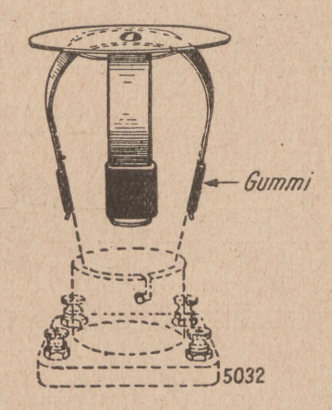
Kondensators C_2 ist über Hochfrequenzdrosseln D die Anodenstromquelle und mit der einen Seite außerdem über einen Widerstand W von etwa 6000 Ohm die Mitte des Heiztransformators verbunden. Die erzeugte Wellenlänge ist 4,86 m und demzufolge die in der halben Welle schwingende Antenne 2,455 m lang.

*

Die Beseitigung der akustischen Rückkopplung.

Nach Radio News 8. 793. 1927/Nr. 7 — Januar.

Durch die akustische Rückkopplung zwischen Lautsprecher und der Audionröhre des Empfängers tritt bekanntlich leicht eine niederfrequente Selbsterregung ein, so daß ein lauter, sehr störender Pfeifton entsteht. Durch



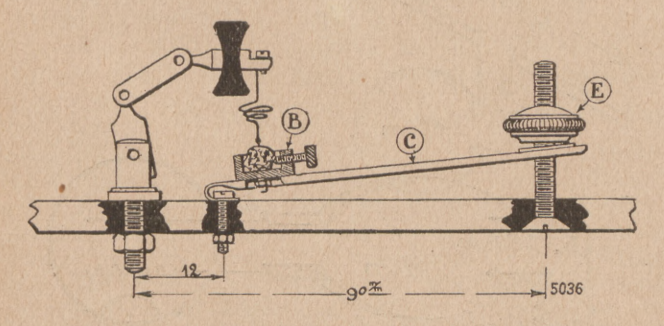
eine geänderte Aufstellung des Lautsprechers kann man bisweilen dieses Pfeifen beseitigen. Auch durch besondere Sockel oder federnde Kontaktstifte der Röhre läßt sich das Pfeifen beseitigen. Als sehr einfaches Mittel wird die Anwendung einer Dämpfungskappe empfohlen, wie sie in der Abbildung dargestellt ist. Sie besteht aus einem Metallteller mit Klammern, die über den Glasballon der Röhre geschoben werden.

*

Kristalldetektor mit Druckreglung.

Nach France Radio 30. 1171. 1927/Nr. 74 — 1. Januar.

In der folgenden Abbildung ist ein Kristalldetektor wiedergegeben, der außer der gebräuchlichen Einstellung der Kontaktnadel noch eine Druckeinstellung besitzt. Zum



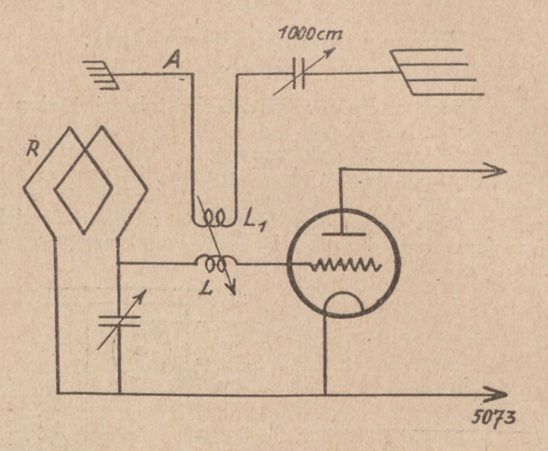
Zwecke dieser Druckregelung ist der Kristallhalter B auf einem Stab C befestigt, der an einem Ende federnd befestigt ist und am anderen Ende mittels der Schraube E niedergedrückt werden kann.

*

Einseitiger Richtempfang.

Nach Radio World 10. 7. 1926/Nr. 13 — 18. Dezember.

Die Benutzung einer Rahmenantenne ergibt bekanntlich einen sogenannten doppelseitigen Richtempfang, d. h. es werden alle Sender gehört, die in den Richtungen nach beiden Seiten liegen, die mit der Rahmenebene zusammenfallen. Koppelt man mit der Empfangseinrichtung außerdem noch eine kleine Hilfsantenne A, wie dies die Abbildung zeigt, so wird von den beiden möglichen Richtungen die eine unterdrückt, so daß ein einseitiger Richtempfang möglich ist. Die Empfangslautstärke dieser einen Richtung wird dabei Empfänger übertragen wird, die ungefähr gleich der der etwa verdoppelt. Voraussetzung ist, daß von der Hilfsantenne A nur eine bestimmte Empfangsenergie auf den



Rahmenantenne R ist. Man wird also mit einer kleinen Hilfsantenne, gewöhnlich Zimmerantenne, auskommen. Die genaue Einstellung wird durch die Kopplung L, L_1 erzielt.

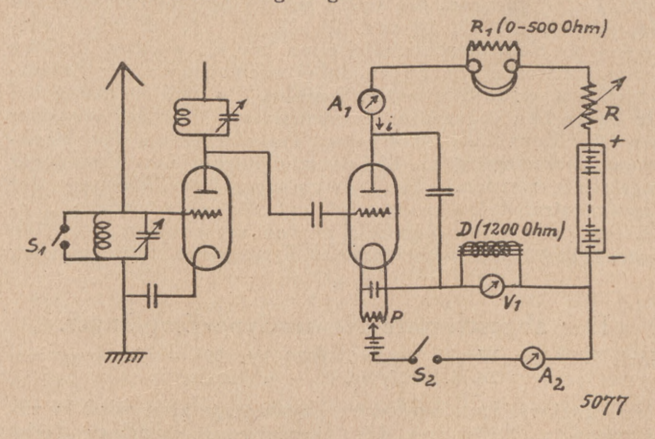
*

Messung der Modulation am Empfänger.

Nach Experimental Wireless 4. 3. 1927/Nr. 40 — Januar.

Die folgende Abbildung zeigt eine Schaltung, um den Grad der Modulation auf der Empfangsseite zu messen. Die Messung wird wie folgt ausgeführt:

1. Schalter S_1 und S_2 werden geschlossen, R auf Null gestellt. Das Potentiometer P wird so eingestellt, daß A_2 eine passende Einstellung zeigt.



2. Während einer Pause im Programm wird S_1 geöffnet und die Änderung des Anodenstromes Ai mit A_2 gemessen als Maß für die Signalstärke.

3. S_1 wird geschlossen und R so eingestellt, daß in A_2 derselbe Ausschlag erzielt wird. Dieser Wert von R sei r.

4. S_1 und S_2 werden geöffnet und bei einer lauten Stelle (Abhören mit Kopfhörer) mit V_1 die Spannung e gemessen, die der Modulation entspricht.

Der Modulationsgrad ist dann $\frac{\sqrt{2}\, e}{r\, i - (r + r_0)\, Ai}$ oder angenähert gleich $\frac{\sqrt{2 \cdot e}}{r\, i}$, wobei i der mit A_1 gemessene Anodenstrom ist. (Einfachere Methoden werden demnächst vom Referenten bekanntgegeben.) R_1 muß möglichst klein sein, so daß man mit dem Kopfhörer eben noch hören kann.

Anfragen zur Zeitschriftenschau

sind zu richten an Reg.-Rat Dr. C. Lübben, Berlin-Dahlem, Heiligendammer Str. 23. Allen Anfragen ist ein ausreichend freigemachter und beschrifteter Umschlag für die Antwort beizufügen, da sonst eine Auskunft nicht erteilt werden kann.

BRIEFE AN DEN „FUNK-BASTLER“

„Fadings oder schlechte Kontakte?“

München, Anfang Januar.

Auf meine unter dieser Überschrift im „Funk-Bastler“, Heft 45 erschienenen Ausführungen sind mir eine große Reihe von Zuschriften zugegangen, die ich hier im wesentlichen beantworten will.

Sämtliche eingegangenen Zuschriften bestätigen übereinstimmend das Auftreten von starken Fadings in den letzten acht bis zehn Wochen, und zwar bei allen möglichen Empfängertypen (Neutrodyne, Superhets, einfachen und komplizierten Amateurschaltungen), so daß die Ursache dieser Erscheinung wohl sicher in elektro-magnetischen Vorgängen der Atmosphäre zu suchen ist. Ein Beweis hierfür ist vielleicht aus dem in Heft 46 des „Funk-Bastler“ erschienenen Aufsatz: „Sonnenflecke stören den Funkempfang“, zu sehen und ferner in der Tatsache, daß in den letzten zwei Wochen der Empfangsschwund nur manchmal und nur bei einigen Stationen aufgetreten ist. Bemerkenswert ist, daß bei Tage, in letzter Zeit auch bei fernen Stationen (Daventry, Paris, Deutsche Welle, Wien usw.) kein Empfangsschwund aufgetreten ist, sich jedoch ganz deutlich mit Sonnenuntergang einstellt, ebenso eine merkliche Zunahme der Luftgeräusche.

Was den Neutrodyne-Empfänger selber anbelangt, so scheint, nach den mir zugegangenen Schreiben zu urteilen, die Neutralisation den meisten Erbauern eines solchen Gerätes große Schwierigkeiten zu machen. Vorbedingung für das Gelingen der Neutrodyneschaltung ist große räumliche Ausdehnung des Gerätes, eine einzige wilde Kopplung induktiver oder kapazitativer Natur macht naturgemäß den ganzen Neutroeffekt zunichte. Ich habe mein Gerät im wesentlichen nach der im „Funk-Bastler“[1]) erschienenen Aufsatzreihe gebaut; das Schaltungsschema ist genau das gleiche, nur ist das Potentiometer für die Hochfrequenzröhren fortgelassen. Rückkopplung ist nicht eingebaut, da sie meiner Auffassung nach nicht in ein Neutrodynegerät gehört. Die Brücken für die Steckspulen sind des leichten konstruktiven Aufbaues und der geringeren mechanischen Beanspruchung der Drehkondensatoren wegen nicht auf letzteren befestigt, sondern ruhen auf etwa 10 cm hohen Säulchen aus Hartpapier, die in die Grundplatte eingelassen und eingeleimt sind. Die Spulen selber sind selbstgewickelte einlagige Zylinderspulen auf Preßspan, Zylinderdurchmesser 80 mm, Drahtdurchmesser 0,8, für die Langwellenspulen, die übrigens nicht 125, sondern 155 Windungen haben, 0,4 mm. Angezapft sind die Spulen nicht, sondern ich benutze für die kürzeren Wellen eine aperiodische, auf die Antennenspule induktiv gekoppelte Spule von zehn Windungen. Eine Verstellmöglichkeit der Neutrodons von außen her, wie sie in dem beschriebenen Empfänger vorgesehen ist, erscheint mir unnötig, vielleicht sogar unzweckmäßig. Ich habe deshalb die Neutrodons frei unter Ausnutzung kürzester Verbindungen zwischen den betreffenden Klemmschrauben der Kontaktbuchsen angebracht. Ein Versuch mit fertig gekauften Neutrodons mißlang vollständig, der Empfänger reagierte auf ein Verstellen der Neutralisierungskapazitäten fast gar nicht. Der Grund ist wohl in der viel zu großen Anfangskapazität der meisten im Handel erhältlichen Neutrodons zu suchen. Ich habe dann die Neutralisierung, wie in schematischer Skizze angedeutet, vorgenommen. Von der Gitter-Steckbuchse der mittleren Spulenbrücke führt nach beiden Seiten ein starrer Kupferdraht von etwa 10 mm Durchmesser. Auf diesem sind beiderseits zwei Röhrchen aus Isolierpappe verschiebbar angeordnet, deren innerer Durchmesser so gewählt ist, daß sie sich gerade noch auf dem Draht verschieben lassen; am besten fettet man den Draht leicht ein. Die Röhrchen sind etwa 40 mm lang und zur Hälfte mit Stanniol beklebt. Diese Stanniolbelege sind mittels dünner biegsamer Drähtchen mit den Gittersteckbuchsen der ersten und dritten Spulenbrücke verbunden. Mittels dieser Anordnung ist die Neutralisation sofort gelungen, und eine Selbsterregung des Empfängers selbst bei schärfster Resonanz der drei Schwingkreise unmöglich gemacht. Als Hochfrequenzröhren benutze ich RE 79, habe jedoch auch Versuche mit RE 064 und RE 83 gemacht, die ebenfalls zum Ziele führten, nur ist natürlich bei jedem Röhrentyp die Einstellung der Neutrodons eine andere.

Wer einen wirklichen Genuß vom Rundfunk haben will, dem kann ich nach meinen Erfahrungen nur zum Bau dieses Neutrodyne raten. Arbeitet das Gerät wirklich erst einmal als „Neutro“ und hat man auf die sehr zweifelhaften Segnungen der Rückkopplung verzichtet, so ist seine Einstellung kinderleicht. Die Klangfarbe und Tonreinheit wie auch die Selektivität sind ausgezeichnet. Ich benutze einen transformatorischen Niederfrequenzverstärker; ein Widerstandsverstärker würde ja wahrscheinlich die Wiedergabe noch natürlicher machen, jedoch wird nach meinen Erfahrungen vielfach dem Niederfrequenzverstärker die Schuld an Verzerrungen gegeben, obwohl ihm bereits vom Empfänger her verzerrte Modulationswellen zugeführt werden. Ein einwandfrei arbeitender Empfänger ist und bleibt die Hauptsache, dann lassen sich auch mit einem transformatorischen Niederfrequenzverstärker ausgezeichnete Erfolge erzielen, sofern in letzterem natürlich erstklassige Röhren mit günstiger Anoden- und Gittervorspannung Verwendung finden.

Was die Reichweite meines Empfängers anbelangt, so seien zum Schluß noch einige in der Nähe von München erhaltenen Empfangsergebnisse mitgeteilt. Bei Tage mit zwei Stufen Niederfrequenz mit für zwei Zimmer ausreichender Stärke im Lautsprecher: Wien, Berlin, München, Hamburg, Stuttgart, Münster, Prag, Breslau, Leipzig, Bern, Frankfurt, Deutsche Welle, Daventry, Paris (auf 1750 m). Nach Eintritt der Dunkelheit genügt meist eine Niederfrequenzstufe, um ganz Europa in den Lautsprecher zu bekommen.

Dipl.-Ing. W. Hauenschild.

[1]) Vgl. „Der Neutrodyne-Empfänger“. Sonderdruck des „Funk“. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin.

*

Der Zwischenfreqenz-Widerstandsempfänger.

Zürich, 22. Januar.

Ich habe den in Heft 49 des „Funk“, Jahr 1926, auf Seite 623 von Manfred v. Ardenne beschriebenen Zwischenfrequenz-Widerstandsempfänger gebaut, und ich möchte nicht unterlassen, Ihnen mitzuteilen, daß er unter Berücksichtigung der in der Anleitung gegebenen Daten vollständig einwandfrei und sehr lautstark arbeitet.

Mit einem 70 cm-Rahmen gelingt es sogar am Tage, einen großen Teil der europäischen Sender im Lautsprecher zu empfangen.

Sollten einige Amateure weitere Angaben benötigen, so bin ich gern bereit, meine Erfahrungen mitzuteilen. *Ing. E. Altschul.*

*

Erfahrungen mit Doppel- und Mehrfachröhren.

Brandenburg, Anfang Januar.

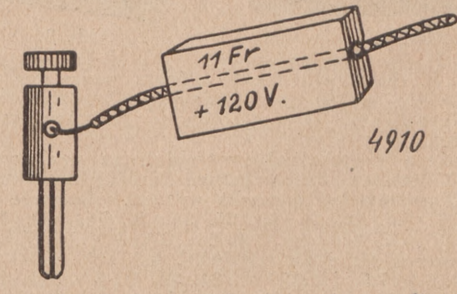
Im „Funk-Bastler“, Heft 3, beschreibt E. Schwandt Schaltungen mit Doppel- und Mehrfachröhren. Der verhältnismäßig niedrige Anschaffungspreis solcher Empfänger und die damit zu erzielenden Erfolge (z. B. mit dem in Abb. 4 angegebenen selektiven Rahmenempfänger mit drei Mehrfachröhren) klingt sehr verlockend. Welcher Funkfreund hat bereits einen derartigen Empfänger gebaut und was für Erfolge hat er zu verzeichnen? *P. S.*

*

Ein praktisches Hilfsmittel.

Wetter a. d. Ruhr, Anfang Januar.

In einem Empfangsgerät hat man meist viele Leitungen, die man oft nicht verfolgen kann, wohin sie führen. Ich habe dieser Unübersichtlichkeit dadurch abgeholfen, daß ich über jede Leitung eine Vierkanthülse gezogen habe



und entsprechend kennzeichnete, wie es die Abbildung zeigt. Durch dieses einfache Hilfsmittel kann man jede Leitung genau verfolgen, indem man die Hülse auf dem Leitungsdraht entlangschiebt. *Degenkolb.*

*

Wer ist in gleicher Lage?

Berlin, Ende Januar.

Viele der im „Funk-Bastler“ erschienenen Schaltungen habe ich nachgebaut. Doch habe ich bisher leider nie das erreicht, was ich erhoffte, denn ich habe das Pech, unter dem Witzleben-Sender — Luftlinie etwa 500 bis 600 m — zu sitzen. Fernempfang ist daher fast unmöglich.

Vielleicht habe ich aber die für mich geeignete Schaltung in den Zeitschriften übersehen. Welcher Funkfreund, der in gleicher Lage ist, kann mir eine entsprechende Schaltung namhaft machen? *Willy Bocho.*

KRITISCHES LABORATORIUM

Besprechungen von Einzelteilen erfolgen kostenlos und ohne jede Verbindlichkeit für den Einsender; jedem Hersteller steht es frei, zwei Stück seiner Erzeugnisse zur Prüfung einzusenden, die in jedem Falle Eigentum der Schriftleitung bleiben, auch wenn eine Besprechung auf Wunsch des Einsenders unterbleibt. Den Prüfungsstücken ist möglichst ein Druckstock oder eine klischierfähige Abbildung sowie die Angabe des Ladenpreises beizufügen. Eine Gewähr, daß eine Besprechung in bestimmter Länge oder in einem bestimmten Heft erscheint, wird in keinem Falle übernommen.

Radio-„Mavometer".

Hersteller: P. Gossen & Co., K.-G., Erlangen (Bayern). Generalvertrieb: Urlaub & Hellmuth, Berlin NW 21, Essener Str. 11. — Ladenpreis: Instrument allein 25,75 M., Shunts von 2,5 mA bis 20 Amp je 3,30 M. Vorschaltwiderstände 1 Volt bis 50 Volt je 3,30 M., dann steigend (z. B. 250 Volt 6.60 M., 2000 Volt 50.60 M.).

Das „Präzisions - Drehspul - Radio - Universal - Mavometer" (Abb. 1) stellt ein für die Zwecke der Funkbastler besonders geeignetes Universalinstrument dar, das mit entsprechenden Shunts (Nebenschlüssen) (Abb. 3) Stromstärken bis zu 20 Amp und mit entsprechenden Vorschaltwiderständen (Abb. 2) Spannungen bis zu 2000 Volt zu messen gestattet.

Die Anregung zur Konstruktion eines solchen Instrumentes ging, soweit uns bekannt, von Dr. Hagemann, dem Vorsitzenden der Ortsgruppe Berlin des F. T. V., aus. Es sollte möglichst hohe Empfindlichkeit, große Genauigkeit und billigen Preis vereinigen. Diese Forderungen sind zum Teil einander entgegengesetzt, denn ein billiges Gerät kann nur in Massenfabrikation entstehen, große Genauigkeit kann aber nur durch Einzelarbeit erzielt werden. Hier mußte also irgendein Kompromiß geschlossen werden.

Was ist nun entstanden? Ein Milliamperemeter mit 2 mA Strombedarf für den vollen Ausschlag, mit einem Systemwiderstand von 50 Ω und somit einem Eigenverbrauch von

Abb. 1.

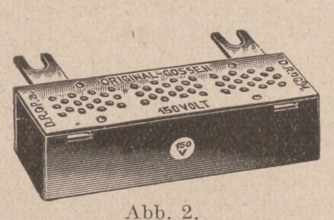


Abb. 2.

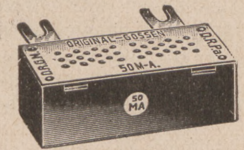


Abb. 3.

0,2 mW (d. h. ebenso wie die 10 Ω-Instrumente von S. & H.). Ein Messerzeiger mit Spiegelablesung gewährleistet die größtmögliche Genauigkeit beim Gebrauch; Nullpunkteinstellung ist vorhanden.

Durch äußere Vorschaltwiderstände kann das Instrument zu einem Voltmeter, durch äußere Nebenschlußwiderstände zu einem Amperemeter gemacht werden. Letztere gibt es für 2.5, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 500 mA, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 5.0, 7.5, 10, 15, 20 Amp, erstere für 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 5.0, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000 Volt.

Durch verschiedene Klemmenabstände der Vorschaltwiderstände (63 mm) und der Nebenschlußwiderstände (42 mm) ist ein falsches Anschließen völlig unmöglich gemacht. Das Drehspulensystem ist außerdem mehrfach geschützt, erstens durch einen Überstromkontakt und zweitens dadurch, daß das System nur zu der eigentlichen Messung mit Hilfe eines Druckknopfes eingeschaltet wird. Um eine noch größere Sicherheit zu erzielen, geschieht auch dieses Einschalten nicht unmittelbar, sondern über einen Schutzwiderstand.

Diese Einrichtung ist sehr praktisch; allerdings muß man während der Dauer der Messung den Druckknopf niederdrücken, und es würde sich vielleicht empfehlen, an dem Druckknopf noch eine Feststellvorrichtung anzubringen.

Obwohl das Instrument und die ausschaltbaren Widerstände in Massenfabrikation hergestellt sind, wird doch, wie die Prüfung zeigte, eine ziemlich große Meßgenauigkeit erzielt. Die Abweichungen betrugen im allgemeinen nicht mehr als 1,5 v. H., im Höchstfalle 3 v. H.

Die kleinsten, mit einigermaßener Genauigkeit meßbaren Spannungen und Ströme sind 2 mV bzw. 0,04 mA (1 Skalenteil bei Benutzung des Instrumentes allein ohne Zusatz).

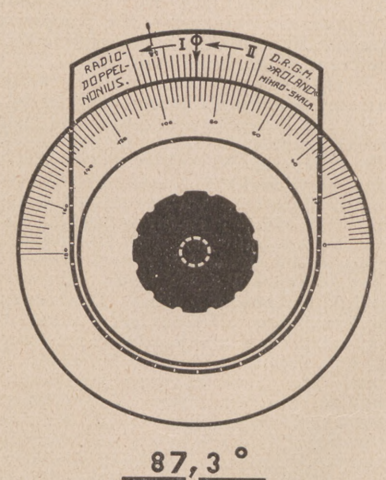
Zusammenfassend können wir das „Mavometer" unseren Lesern durchaus empfehlen. Besonders beim Messen der Heizspannung von Sparröhren wird sich der geringe Strombedarf angenehm bemerkbar machen.

*

Der „Roland"-Doppelnonius.

Hersteller: Roland-Werk A. G., Berlin N 58, Stargarder Straße 74. Ladenpreis: 0,60 M.

Die genannte Firma stellt eine Zusatzscheibe zu Drehskalen her (Abbildung), die zwischen dieser und der Grundplatte angebracht wird und eine doppelseitige Noniusteilung trägt. Der Größe nach ist die Scheibe geeignet für Drehskalen von 70 bis 100 mm Durchmesser. Selbstverständlich setzt die Einteilung auch eine bestimmte Einteilung der Drehskala



voraus, nämlich eine Teilung von 180 Grad in 100 Skalenteile.

Die Scheibe, die aus Aluminium besteht, ist sauber gearbeitet. Die Benutzung einer „Mikro-Skala" hat allerdings nur bei solchen Drehkondensatoren usw. Sinn, deren toter Gang nicht mehr als etwa ein Zehntel Skalenteil beträgt.

*

Säureheber „Perfekt".

Hersteller: Christian Syré, Fabrik chemischer, physikalischer und technischer Glasinstrumente, Schleusingen (Thüringer Wald). Einzelpreis: 2,50 M. einschl. Porto und Verpackung.

Der Säureheber besteht aus einer 19 cm langen Glaspipette mit Gummieinsatz, dem Aräometer mit farbiger Skala (Einteilung nach Baumégraden) und dem Gummiball. Das Aräometer wird in die Pipette eingeführt und der Gummiball oben in die Pipette eingesetzt. Der Säureheber ist nun gebrauchsfertig. Der Gummiball wird zusammengedrückt, die Pipette mit der Spitze in die zu messende Flüssigkeit hineingehalten und darauf der Gummiball losgelassen. Die Pipette zieht sich voll Flüssigkeit und das Aräometer schwimmt in dieser. Die Flüssigkeit bildet an der Aräometerskala einen Wulst. Man hält die Pipette senkrecht und liest am unteren Wulstrande das Ergebnis ab.

Die Ausführung ist einwandfrei. Erwünscht wäre, auf dem Schwimmkörper nicht nur die Baumégrade, sondern auch die spezifischen Gewichte anzugeben, was sich ohne Schwierigkeiten bewerkstelligen ließe.

Über die Notwendigkeit einer Säuredichtemessung braucht hier wohl nichts Näheres gesagt zu werden. Jeder Bastler, der seinen Sammler selbst ladet, braucht ein solches Instrument unbedingt.

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Ludwig Kapeller, Berlin-Schöneberg. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68
Zuschriften an die Schriftleitung (Manuskripte, Anfragen usw.) nur nach Berlin SW 68, Kochstr. 4. Fernruf: Hasenheide 2495.
Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78, Sonderkonto „Funk".